

Wytyczne diagnostyki stanu technicznego nawierzchni dla dróg wojewódzkich

Dział 5 Cechy powierzchniowe (Podprojekty PP-C i PP-I)

Stan na 10 października 2018



Historia dokumentu

Nazwa dokumentu	Wytyczne diagnostyki stanu technicznego nawierzchni dla dróg wojewódzkich, Dział 5 Cechy powierzchniowe (Podprojekty PP-C i PP-I)
Nazwa pliku	cechy_powierzchniowe_181010
Data utworzenia	2. marca 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
2	Metodologia badań i technika pomiarowa	6
2.1	Fotorejestracja cech powierzchniowych (PP-C).....	7
2.2	Identyfikacja cech powierzchniowych (PP-I)	11
2.2.1	Ogólne zasady identyfikacji	11
2.2.2	Określenie rodzaju nawierzchni	11
2.2.3	Określenie pasa ruchu i podział na segmenty	11
2.2.4	Cechy nawierzchni podlegające identyfikacji	13
3	Prowadzenie pomiarów	26
3.1	Wymagania jakościowe.....	26
3.1.1	Wymagania jakościowe związane z fotorejestracją cech powierzchniowych (Podprojekt PP-C)	26
3.1.2	Wymagania jakościowe związane z identyfikacją cech powierzchniowych (Podprojekt PP-I)	29
3.2	Oznaczenie danych ważnych i nieważnych	29
4	Zapewnienie jakości	31
4.1.1	Identyfikacja cech powierzchniowych (PP-I)	31
4.2	Kontrola własna wykonawcy	31
4.3	Pomiary kontrolne wykonywane przez podmioty trzecie	31
4.4	Kontrola danych	32
4.5	Kontrola obmiaru prac	32
5	Procedury obliczania wielkości stanu.....	33
5.1	Rodzaj nawierzchni	33
5.2	Wielkości stanu	33
6	Katalog typowych błędów popełnianych podczas pomiarów i identyfikacji cech powierzchniowych	34
6.1	Błędy podczas identyfikacji uszkodzeń	34
6.2	Błędy na zdjęciach powierzchni	35
6.3	Występowanie miejscowych ograniczeń	36
6.4	Pomiary wykonane w nieodpowiednich warunkach	42
6.5	Błędy w wykonaniu fotorejestracji pasa drogowego	44

1 Wprowadzenie

Podczas gdy takie cechy nawierzchni, jak: równość, właściwości przeciwpoślizgowe i nośność są określane w wyniku pomiarów oraz obliczane zgodnie z ustalonymi algorytmami, opis cech powierzchniowych¹ wymaga każdorazowo analizy eksperckiej lub dokonanej przez specjalnie do tego celu opracowane systemy automatycznie rozpoznające cechy powierzchniowe. Niemniej jednak i w przypadku cech powierzchniowych obowiązuje ta sama ogólna metodyka postępowania, jak w przypadku pozostałych cech nawierzchni, tzn. diagnostyka jest realizowana w dwóch etapach: identyfikacji i oceny.

W niniejszym dokumencie opisano metodologię identyfikacji cech powierzchniowych oraz przedstawiono najistotniejsze wymagania, jakie muszą być spełnione w trakcie fotorejestracji nawierzchni jezdni oraz identyfikacji cech powierzchniowych w zakresie gęstości pomiaru, dokładności poszczególnych odczytów, dopuszczalnych odchyleń, itp. W kampanii diagnostycznej muszą być spełnione wszystkie wymienione w niniejszym dokumencie wymagania.

¹ W WDSN używamy sformułowania „cechy powierzchniowe”, a nie uszkodzenia powierzchniowe, gdyż nie wszystkie identyfikowane i oceniane cechy muszą być traktowane jako uszkodzenia. Dobrze wbudowane (a nie nałożone) łaty, szczególnie w obszarach zabudowanych, są często wynikiem zamknięcia wykopów instalacyjnych i prowadzą w wielu przypadkach do trwałego polepszenia stanu nawierzchni.

2 Metodologia badań i technika pomiarowa

Pierwszym etapem identyfikacji cech powierzchniowych jest fotograficzna rejestracja nawierzchni jezdni (podprojekt PP-C). W tym celu są wykonywane i zapamiętywane w plikach graficznych **zdjęcia powierzchni jezdni**. Zdjęcia te są wykonywane przy wykorzystaniu specjalistycznych kamer, skierowanych prostopadle do nawierzchni. Muszą one spełniać wysokie wymagania jakościowe, np. umożliwiać rozpoznanie spękań o szerokości do 1 mm. Dla każdego fragmentu drogi, objętego zdjęciem nawierzchni jest ponadto wymagane zdjęcie pasa drogowego (zgodnie z podprojektem PP-F).

Na podstawie dokumentacji fotograficznej dokonuje się identyfikacji cech powierzchniowych (podprojekt PP-I). **Odpowiednio przeszkolony personel wykonawcy pomiarów lub specjalne automatyczne lub półautomatyczne algorytmy** dokonują identyfikacji cech powierzchniowych. We wszystkich przypadkach wykorzystywane jest do tego odpowiednie, specjalistyczne oprogramowanie. Ocenianą powierzchnię dzieli się na segmenty i w odniesieniu do każdego segmentu dokonywana jest identyfikacja poszczególnych cech. Dla nawierzchni bitumicznych segment ma wielkość 1 m x 1/3 szerokości pasa ruchu (czyli powierzchnię ok. 1 m²).

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.

Fotorejestrację nawierzchni jezdni wykonuje się na wszystkich rodzajach nawierzchni, natomiast identyfikację cech powierzchniowych wykonuje się wyłącznie na nawierzchniach asfaltowych.

W plikach z danymi elementarnymi kodowane są informacje o zidentyfikowanych cechach nawierzchni.

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 został opisany w Wytocznych, Dział 23.

2.1 Fotorejestracja cech powierzchniowych (PP-C)

Fotorejestracja cech powierzchniowych jest podprojektem, w ramach którego pozyskiwany jest materiał zdjęciowy służący w dalszym etapie diagnostyki stanu nawierzchni do identyfikacji cech powierzchniowych (tj. spękań, łat itp.).

Fotorejestracja cech powierzchniowych odbywa się przy użyciu pojazdu pomiarowego poruszającego się w normalnym ruchu, na którym zamocowane są (co najmniej) dwa systemy kamer:

- **Kamera rejestrująca zdjęcia powierzchni (w skrócie kamera powierzchniowa²)**

Kamera powierzchniowa wykonuje zdjęcia wysokiej rozdzielczości przedstawiające wyłącznie nawierzchnię jezdni prostopadle od góry. Przykładowy wycinek zdjęcia powierzchni zarejestrowany przy użyciu kamery liniowej przedstawiono na rysunku 1. Przykładowy wycinek zdjęcia powierzchni zarejestrowany przy wykorzystaniu systemu dwóch kamer powierzchniowych przedstawiono na rysunku 2. Widoczna na zdjęciu „siatka” powstaje w wyniku sklejenia pojedynczych zdjęć wykonanych przez każdą z kamer wchodzących w skład systemu pomiarowego.

Zdjęcie powierzchni przedstawia 10 kolejnych metrów pasa ruchu i obejmuje wszerz cały pas ruchu. Zdjęcie powierzchni zorientowane jest tak, że pojazd pomiarowy przejeżdża wzdłuż jego pionowej krawędzi z dołu na górę. Przykładowe zdjęcie powierzchni z zaznaczonym kierunkiem przejazdu pojazdu pomiarowego przedstawione jest na rysunku 3.

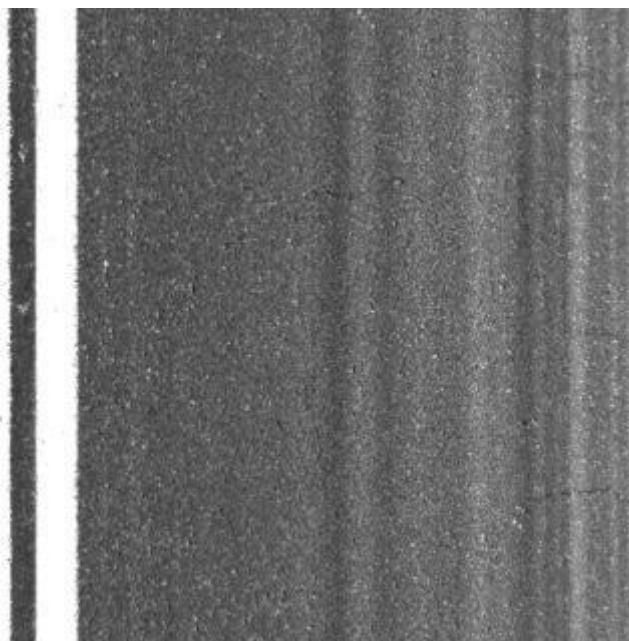
- **Kamera frontowa³**

Kamera frontowa rejestruje zdjęcie pasa drogowego wzdłuż kierunku przejazdu. Przykładowe zdjęcie zarejestrowane przez kamerę frontową przedstawiono na rysunku 4. Kamera frontowa musi spełniać wymagania określone dla fotorejestracji pasa drogowego (podprojekt PP-F).

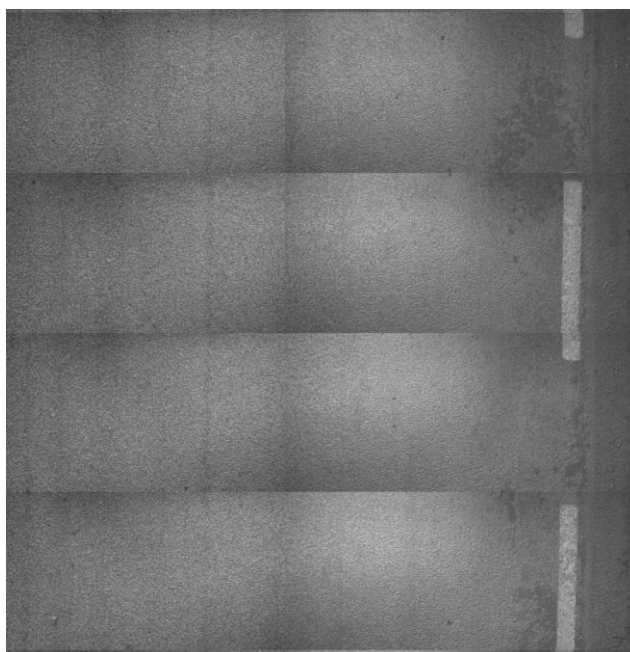
Zdjęcia z fotorejestracji pasa drogowego muszą zostać zanonimizowane (uniemożliwienie rozpoznania twarzy osób oraz numerów rejestracyjnych pojazdów poprzez „zamazanie” fragmentu zdjęcia).

² Spotyka się też określenie potoczne kamera makro

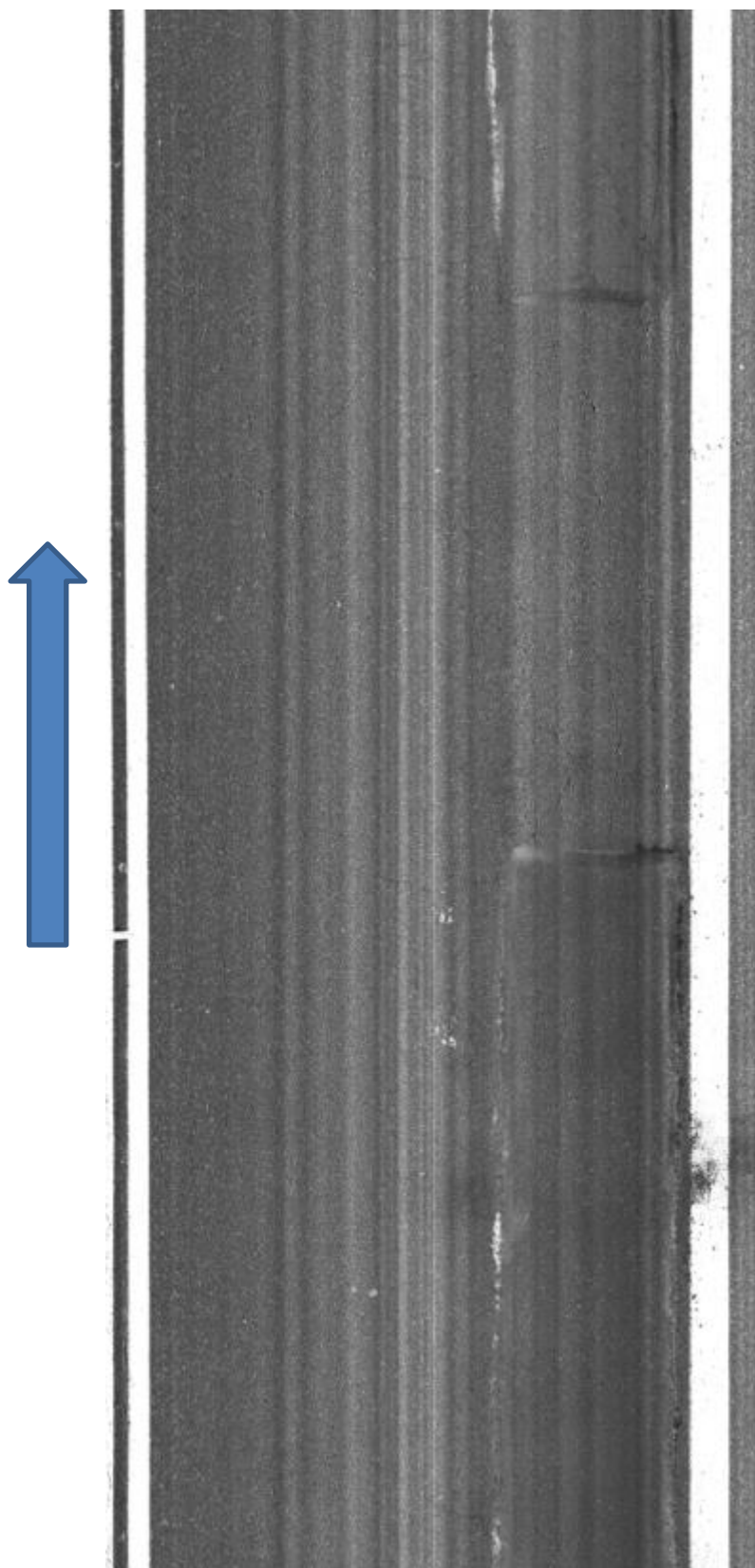
³ Spotyka się też określenia takie jak: kamera front, kamera główna, kamera przednia



Rysunek 1: Przykładowe zdjęcie powierzchni wykonane kamerą liniową



Rysunek 2: Przykładowe zdjęcie powierzchni wykonane systemem złożonym z dwóch kamer powierzchniowych

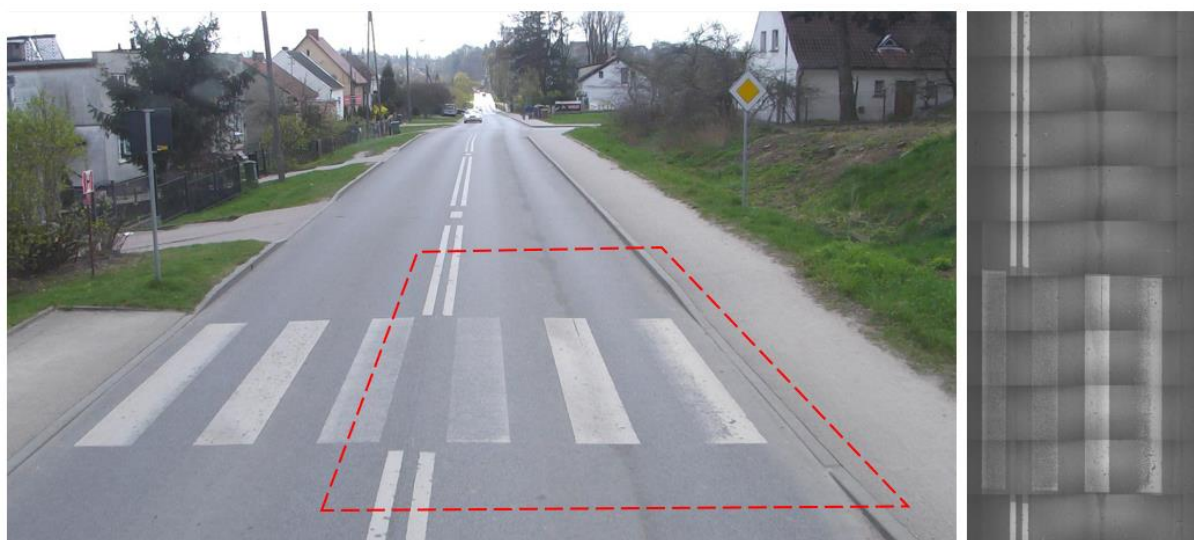


Rysunek 3: Przykład ustandaryzowanego zdjęcia powierzchni. Strzałka umieszczona po lewej stronie zdjęcia określa kierunek przejazdu pojazdu pomiarowego



Rysunek 4: Przykładowe zdjęcie pasa drogowego wykonane kamerą frontową zgodnie z Wytycznymi podprojektu PP-F

Zdjęcia powierzchniowe i frontowe są pogrupowane oraz zsynchronizowane ze sobą w ten sposób, że na zdjęciu pasa drogowego jest widoczny cały fragment drogi, z którego pochodzi zdjęcie powierzchni oraz fragment ten znajduje się na tym zdjęciu możliwie najbliżej. Zsynchronizowanie zdjęć powierzchniowego i frontowego przedstawiono na rysunku 5.



Rysunek 5: Prawidłowe zsynchronizowanie zdjęcia powierzchniowego i frontowego

2.2 Identyfikacja cech powierzchniowych (PP-I)

2.2.1 Ogólne zasady identyfikacji

Identyfikacja cech powierzchniowych polega na kodowaniu w geograficznych danych elementarnych (podprojekt PP-I) informacji o występowaniu uszkodzeń i innych cech powierzchni widocznych na zdjęciach. Zakodowane informacje zapisywane są w danych elementarnych razem z odnośnikami do konkretnych zdjęć powierzchni, co umożliwia późniejszą weryfikację. Identyfikacji cech powierzchniowych podlegają odcinki pasów ruchu, gdzie dominująca część wierzchniej warstwy nawierzchni pasa zbudowana jest z mieszanek mineralno-asfaltowych.

Identyfikacja w ujęciu klasycznym musi być przeprowadzana przez zespół odpowiednio przeszkolonych operatorów pod kierunkiem koordynatora prac identyfikacyjnych, do obowiązków którego należy nadzorowanie identyfikacji, fachowe wsparcie operatorów oraz kontrola jakości i merytorycznej poprawności pracy operatorów. W przypadku metod automatycznych i półautomatycznych identyfikacja cech powierzchniowych przeprowadzana jest przez wysoce wyspecjalizowane systemy komputerowe.

Identyfikacja cech powierzchniowych musi być przeprowadzana przez wykonawcę w sposób minimalizujący skutki subiektywnego postrzegania uszkodzeń oraz ewentualne błędy w systemach automatycznych i półautomatycznych. W Wytycznych przewidziano następujące mechanizmy zapobiegania powstawaniu błędów podczas identyfikacji cech powierzchniowych:

- katalog cech powierzchniowych podlegających identyfikacji określający jednoznaczne zasady identyfikacji (patrz rozdział 2.2.4),
- procesy kontroli jakości, szczególnie kontrola własna wykonawcy (Dział 20),
- katalog typowych błędów podczas identyfikacji cech powierzchniowych (patrz rozdział 6).

2.2.2 Określenie rodzaju nawierzchni

Dla każdego metra bieżącego pomiaru należy określić rodzaj nawierzchni:

- bitumiczna
- betonowa
- innego rodzaju

Rodzaj nawierzchni zapisuje się w pliku z danymi elementarnymi.

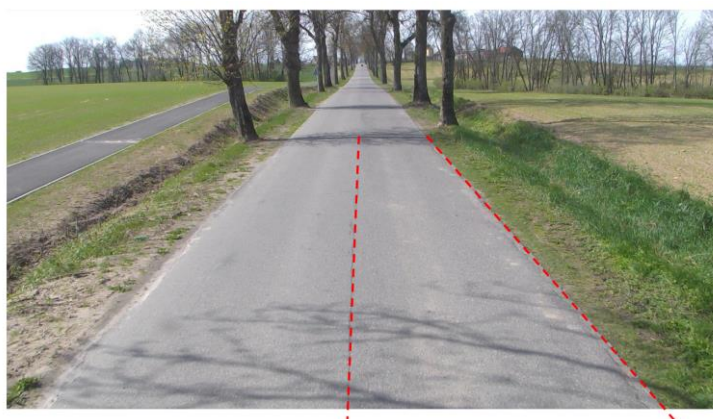
2.2.3 Określenie pasa ruchu i podział na segmenty

Identyfikacja cech powierzchniowych przebiega w obrębie pasa ruchu. Pas ruchu jest ograniczony z obu stron przez linię przebiegającą przez środek oznakowania poziomego rozdzielającego sąsiednie pasy ruchu bądź przez krawędź jezdni (rysunek 6).



Rysunek 6: Reguły wyznaczania pasa ruchu w przypadku występowania oznakowania poziomego

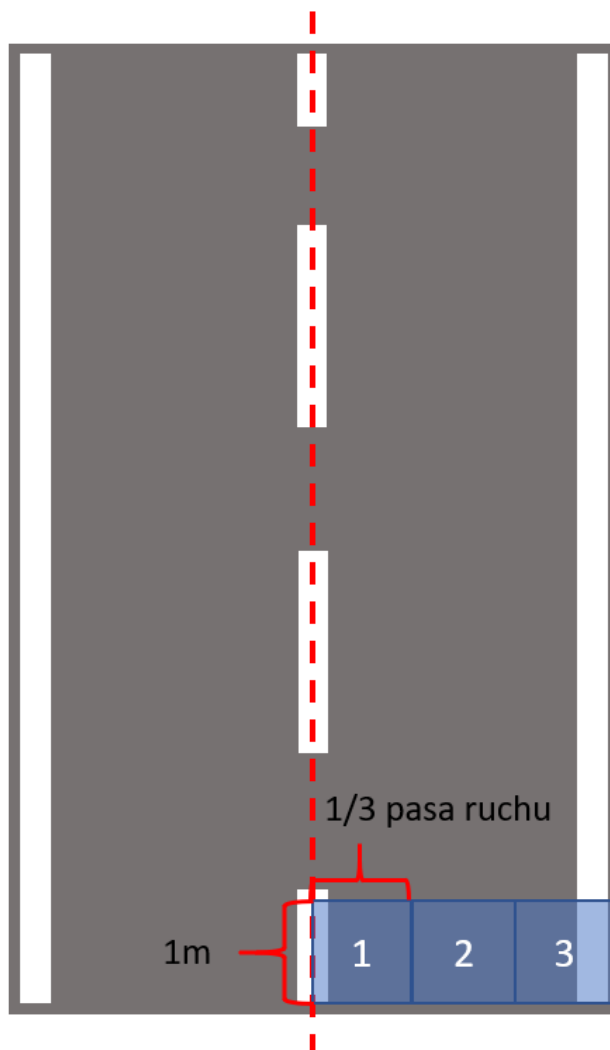
Na drogach jednojezdniowych dwukierunkowych może wystąpić brak oznakowania poziomego potrzebnego do wyznaczenia granic pasa ruchu. W tym przypadku za linię rozdzielającą przeciwne pasy ruchu przyjmuje się oś jezdni, którą należy podczas identyfikacji możliwie najlepiej przybliżyć (spoina technologiczna oddzielająca kierunki jazdy ewentualnie linia dzieląca jezdnię na dwie połowy) (rysunek 7).



Rysunek 7: Reguły wyznaczania pasa ruchu w przypadku braku oznakowania poziomego

Niezależnie od występowania lub niewystępowania oznakowania wyznaczającego krawędź jezdni, tzw. linii obrysowej, obszar objęty identyfikacją obowiązuje do skraju nawierzchni bitumicznej (z wyłączeniem nawierzchni dróg przecinających mierzoną drogę, dojazdów do posesji itp.).

Wyznaczony w ten sposób obszar dzielony jest wzdłuż pasa na 1-metrowe fragmenty. Wszędzie dzieli się pas na 3 równe części uzyskując w ten sposób **segmenty** mierzące 1 metr na 1/3 szerokości pasa ruchu (patrz rysunek 8). Segmenty numeruje się od środka jezdni w kierunku zewnętrznym.



Rysunek 8: Podział pasa ruchu na segmenty

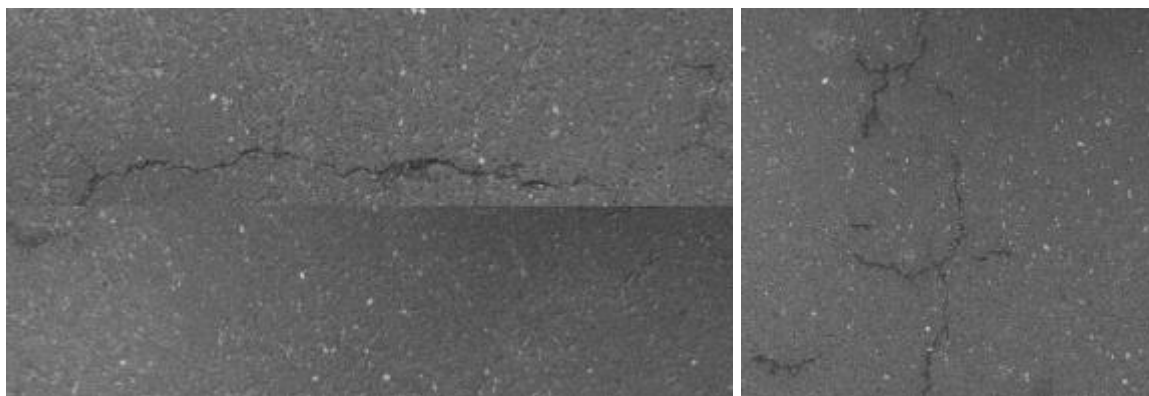
W efekcie, na jedno zdjęcie powierzchni przypada 30 segmentów.

Kodując cechy powierzchniowe w ramach segmentu 1 należy także uwzględnić uszkodzenia występujące w zakresie do 10 cm na lewo od tego segmentu. Jest to konieczne, aby uwzględnić uszkodzenia znajdujące się na granicach ewentualnej spoiny technologicznej występującej pomiędzy pasami ruchu. Uszkodzenia i odpryski farby z oznakowania poziomego nie są traktowane jako cechy powierzchniowe i nie podlegają kodowaniu.

2.2.4 Cechy nawierzchni podlegające identyfikacji

2.2.4.1 Spękania siatkowe, skupiska spękań i pęknięcia pojedyncze (SSP)

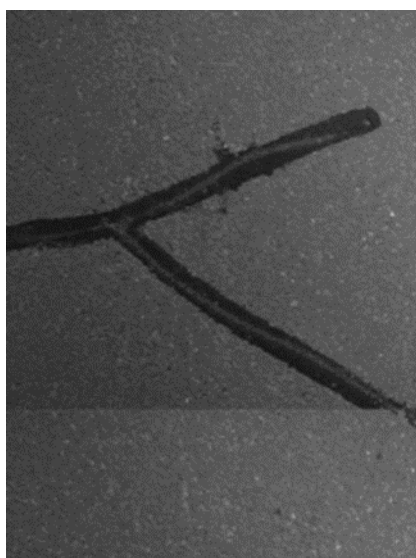
SSP, czyli spękania siatkowe, skupiska spękań i pęknięcia pojedyncze, oznaczać należy tam, gdzie pęknięcie wchodzi w obszar segmentu.



Rysunek 9: Przykłady SSP

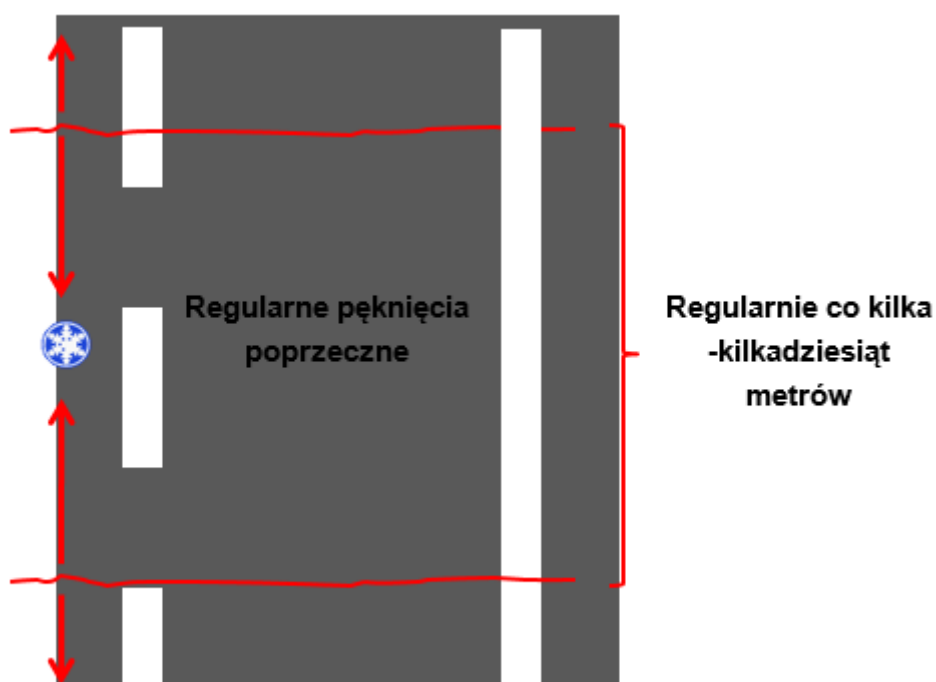
Stosuje się przy tym następujące zasady:

- W celu uniknięcia kodowania niewyraźnych obiektów należy pomijać pojedyncze pęknięcia o długości mniejszej niż 10 cm.
- Identyfikacji podlegają zarówno pęknięcia otwarte, jak i naprawione (uszczelnione).



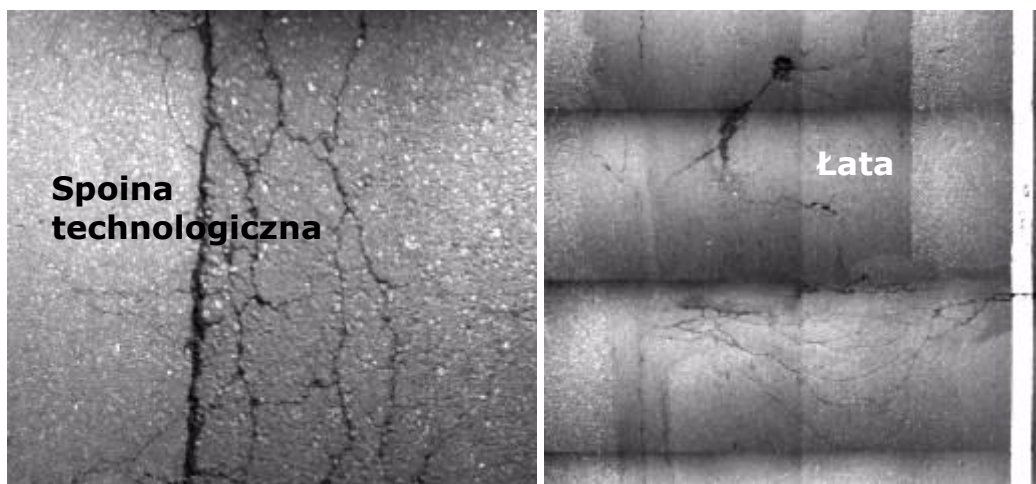
Rysunek 10: Przykład naprawionego pęknięcia (SSP)

- Pęknięcia przebiegają zazwyczaj nieregularnie (porównaj z nieszczelnymi spoinami technologicznymi (NST) w rozdziale 2.2.4.5), jednakże występują też pęknięcia przebiegające wzdłuż linii prostych. W celu poprawnego odróżnienia pęknięć od NST należy mieć na uwadze układ spoin widoczny podczas identyfikacji na danym odcinku jezdni. W szczególności jako SSP należy traktować regularne spękania niskotemperaturowe.



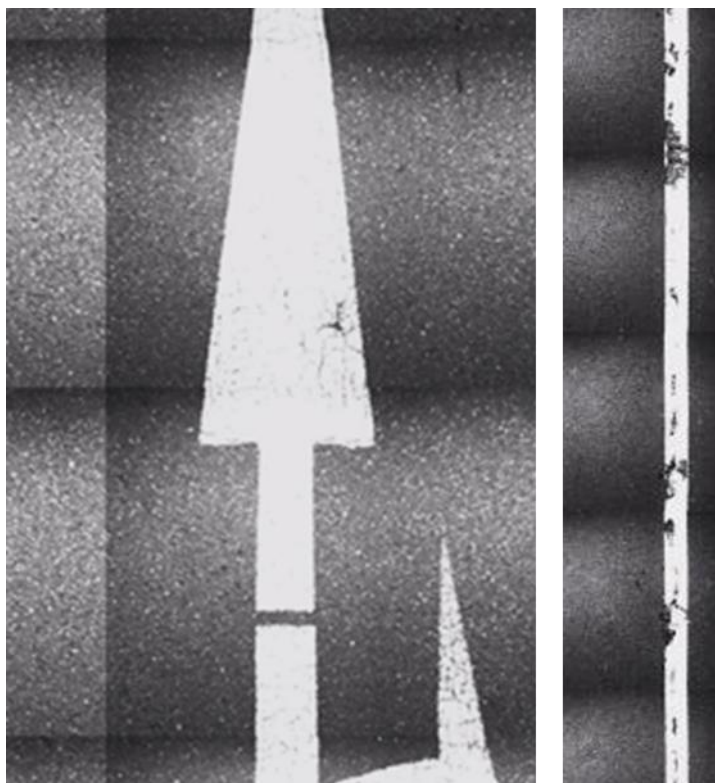
Rysunek 11: Spękania niskotemperaturowe (SSP)

- Pęknięcia występujące łącznie z innymi cechami (na łacie, wokół wyboju, wzdłuż spoiny technologicznej) należy zaznaczać jako SSP.



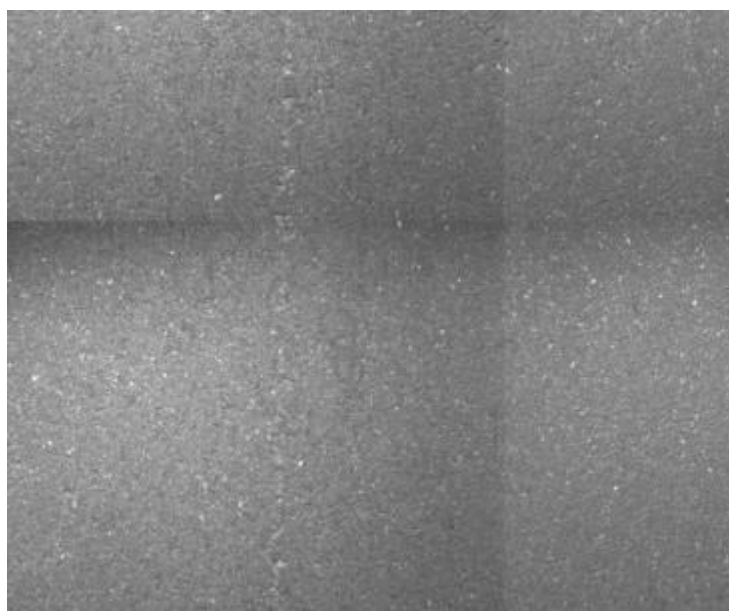
Rysunek 12: Przykład pęknięcia na lub obok innej cechy (SSP)

- Należy odróżniać odpryski i spękania farby z oznakowania poziomego i **nie traktować** jako SSP.

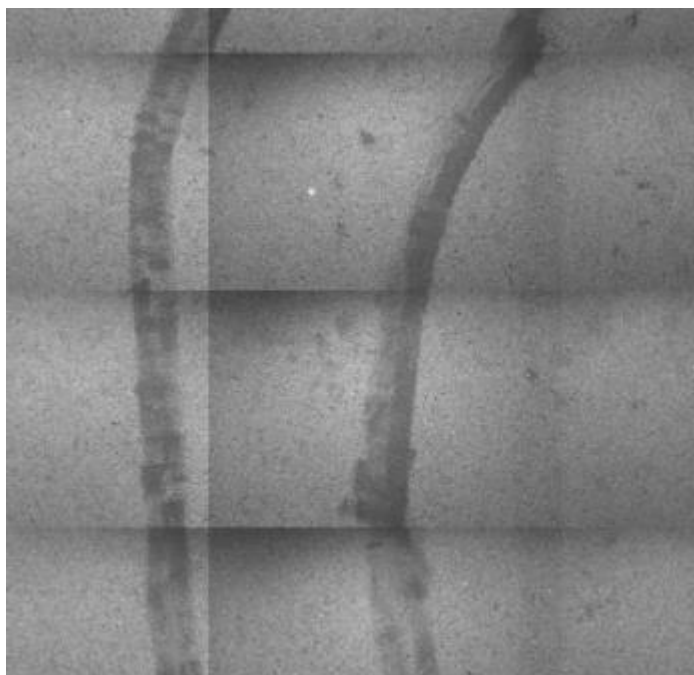


Rysunek 13: Odpryski farby z oznakowania poziomego (bez SSP)

- Zarysowań powierzchni na skutek wypadków drogowych oraz uszkodzeń mechanicznych i zabrudzeń **nie traktuje się** jako SSP.



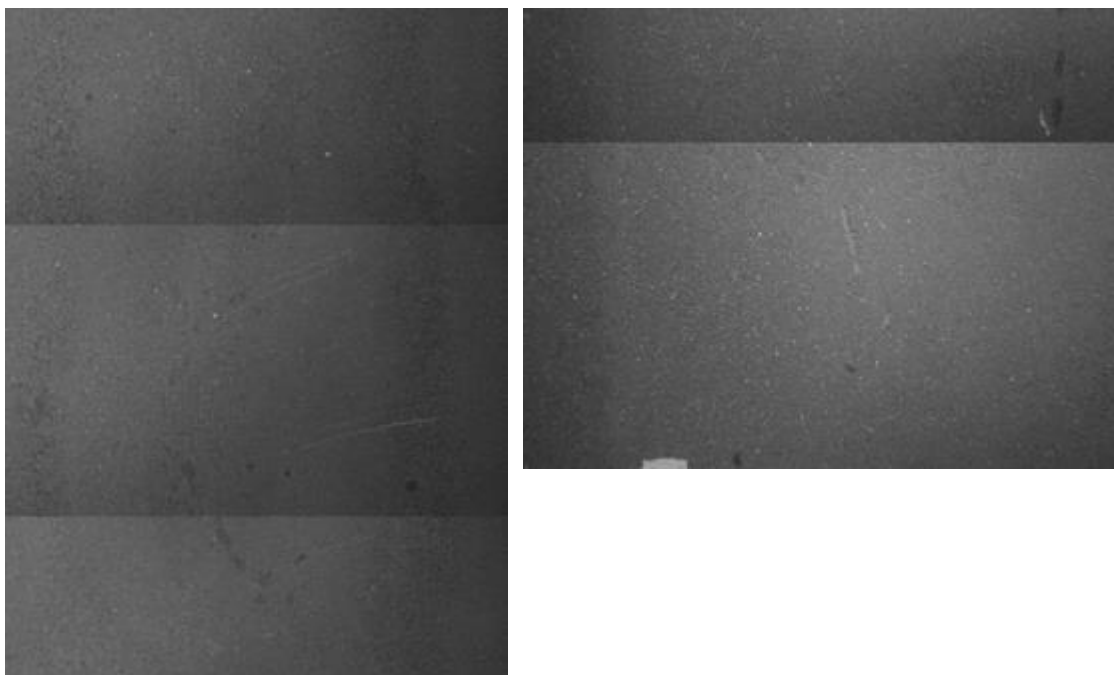
Rysunek 14: Zarysowanie na powierzchni (bez SSP)



Rysunek 15: Ślady hamowania i zabrudzenia (bez SSP)



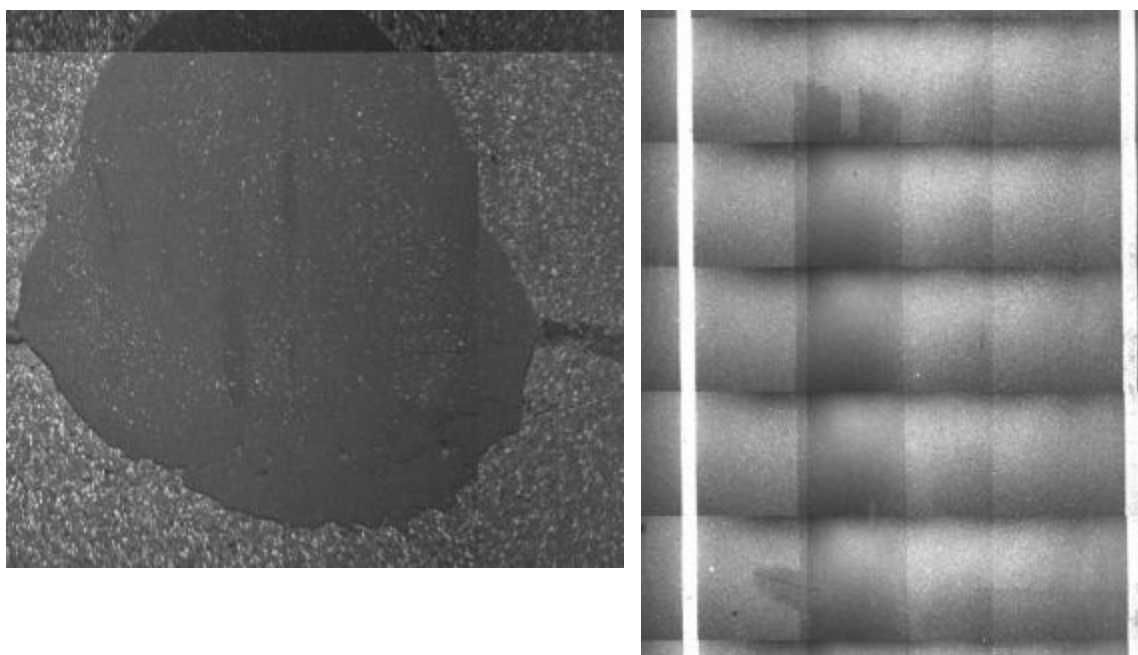
Rysunek 16: Zabrudzenia (bez SSP)



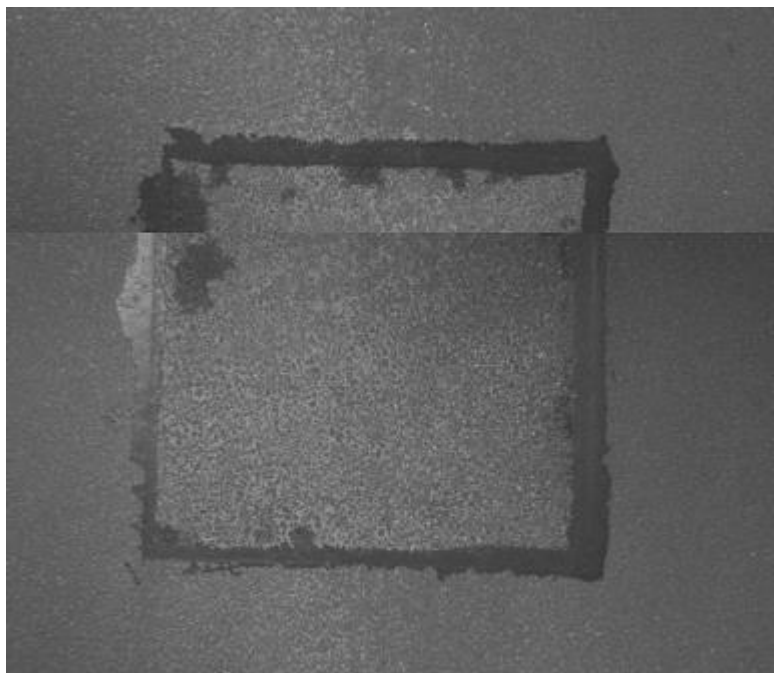
Rysunek 17: Zarysowania powierzchni (bez SSP)

2.2.4.2 Łaty (LA)

Przy pomocy parametru LA, czyli łat, należy oznaczać lokalne obszary naprawione przy pomocy nałożenia dodatkowej warstwy bitumicznej (łaty nałożone) lub przy pomocy sfrezowania wierzchniej warstwy nawierzchni i ułożenia nowej (łaty wbudowane). LA oznaczać należy tam, gdzie łata dowolnego typu wchodzi w obszar segmentu.



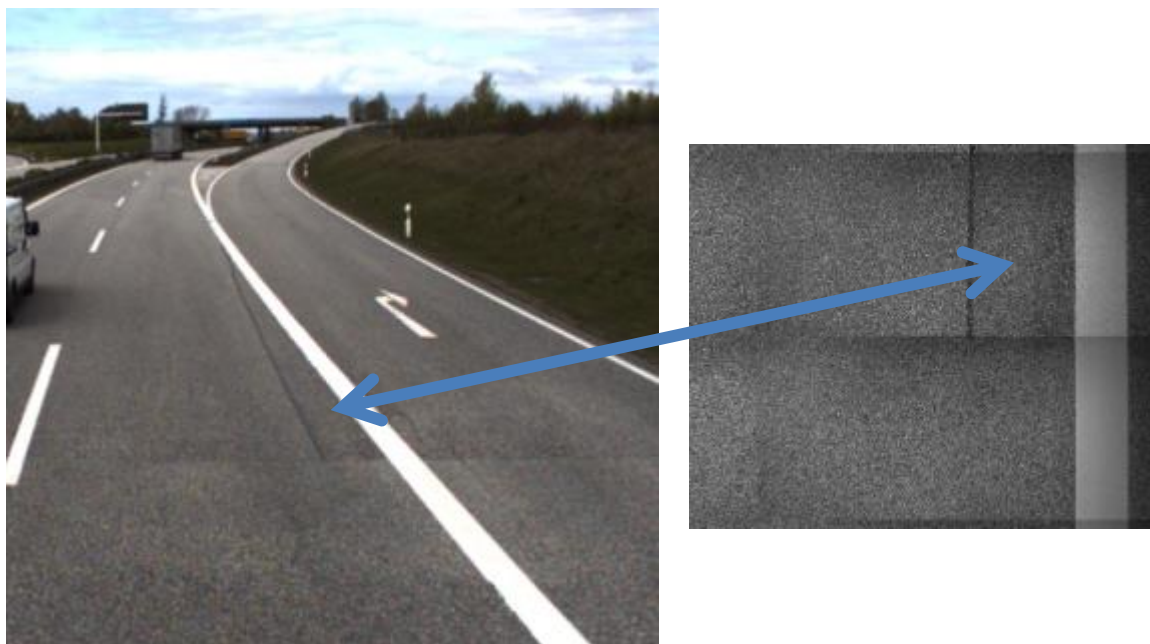
Rysunek 18: Przykłady łaty nałożonej o nieregularnym (lewa) i regularnym (prawa) kształcie



Rysunek 19: Przykład łąty wbudowanej

Stosuje się przy tym następujące zasady:

- Jeśli łąta obejmuje szerokość pasa ruchu i ciągnie się nieprzerwanie przez co najmniej 20 metrów, **nie należy** zaznaczać LA.
- Fragmentów nawierzchni oddzielonych spoinami technologicznymi, które znajdują się częściowo na identyfikowanym pasie ruchu, **nie należy** traktować jako łąt.



Rysunek 20: Przykład nachodzenia fragmentu nawierzchni oddzielonego spoiną (bez LA)

- Zmian nawierzchni związanych z konstrukcją mostów oraz wiaduktów **nie traktuje** się jako LA



Rysunek 21: Przykład zmiany nawierzchni związanej z konstrukcją mostu (bez LA)

- Fragmentów nawierzchni związanych z konstrukcją skrzyżowań oraz wjazdów na posesje **nie traktuje** się jako LA

2.2.4.3 Wyboje (WYB)

Stosuje się przy tym następujące zasady:

- #### 2.2.4.4 Uszkodzenia krawędzi jezdni (UK)

Spękania zakodowane jako uszkodzenia krawędzi są również niezależnie kodowane jako spękania SSP.



Rysunek 24: Różne przykłady uszkodzeń krawędzi (UK)

2.2.4.5 Nieszczelne spoiny technologiczne (NST)

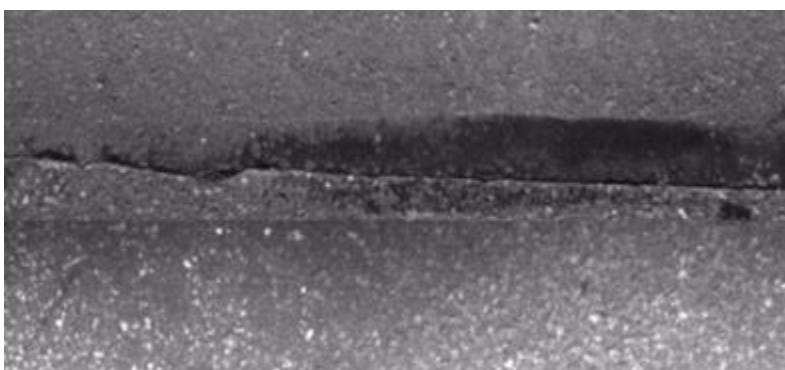
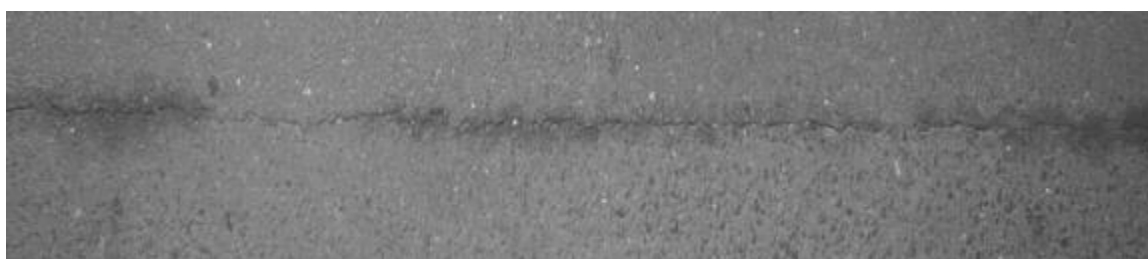
Przy pomocy parametru NST należy kodować segmenty, na których występują nieszczelne spoiny technologiczne.

Spoiny technologiczne przebiegają z reguły wzdłuż linii prostych, wzdłuż lub w poprzek kierunku jazdy. Ich obecność związana jest z ograniczoną szerokością maszyn układających warstwy bitumiczne podczas budowy drogi (wzdłuż) oraz z przerwami pomiędzy układaniem kolejnych fragmentów nawierzchni (wszerz).

Spoiny technologiczne przebiegające wzdłuż kierunku jazdy należy określać posiłkując się zdjęciami pasa drogowego, gdyż często dzielą jezdnię na równe części.



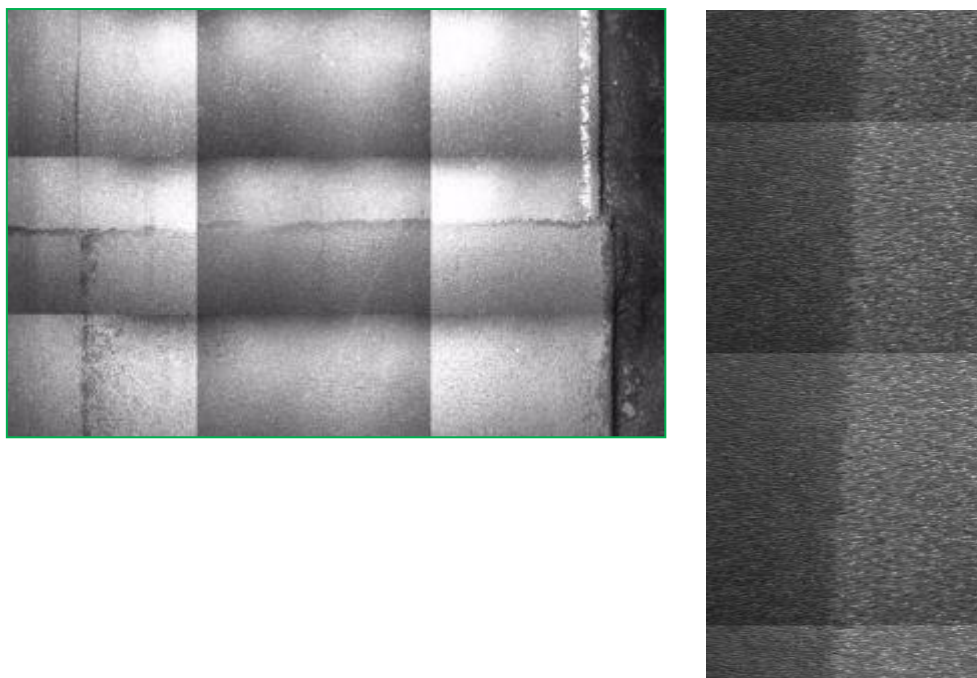
Rysunek 25: Spoiny technologiczne wzdłuż kierunku jazdy widziane na zdjęciu pasa ruchu (fragment)



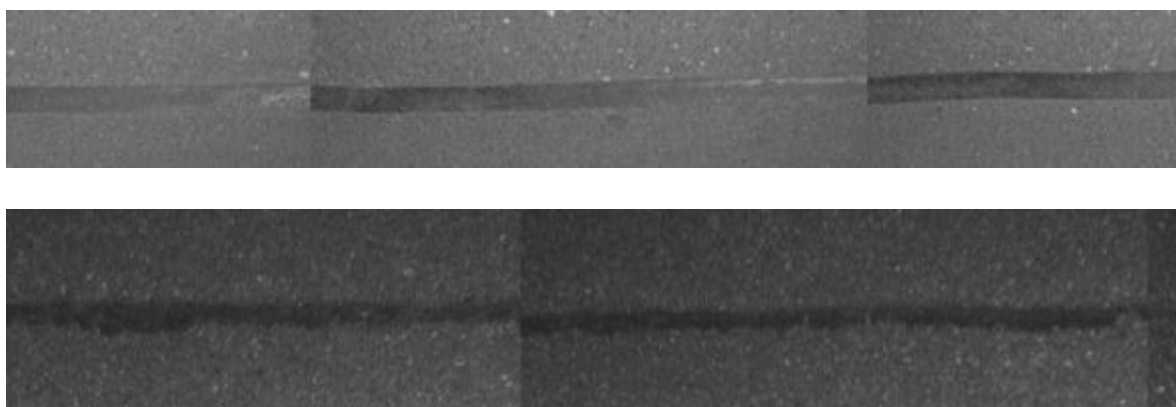
Rysunek 26: Przykłady nieszczelnych spoin technologicznych w poprzek kierunku jazdy (NST)

Stosuje się następujące zasady:

- Szczelnych bądź poprawnie uszczelnionych spoin technologicznych **nie należy zaznaczać jako NST**.



Rysunek 27: Przykłady szczelnej spoiny technologicznej przebiegającej wszerz i wzdłuż kierunku jazdy (bez NST)



Rysunek 28: Przykłady poprawnie uszczelnionych spoin technologicznych (bez NST)

- Nieszczelne spoiny technologiczne występujące na granicach łąt wbudowanych traktuje się jako NST.

2.2.4.6 Spękania i nieszczelne spoiny technologiczne (SNS)

SNS jest parametrem wyznaczanym automatycznie na podstawie zakodowanych informacji o spękaniach siatkowych, skupiskach spękań i pęknięciach pojedynczych oraz nieszczelnych spoin technologicznych. Występowanie parametru SNS określa się według zasady:

$$SNS = 1 \Leftrightarrow SSP = 1 \vee NST = 1$$

i reprezentuje on występowanie któregośkolwiek z tych dwóch rodzajów cech powierzchniowych.

2.2.4.7 Łaty i wyboje (LIW)

LIW jest parametrem wyznaczanym automatycznie na podstawie zakodowanych informacji o łatach i wybojach. Występowanie parametru LIW określa się według zasady:

$$LIW = 1 \Leftrightarrow LA = 1 \vee WYB = 1$$

i reprezentuje on występowanie któregośkolwiek z tych dwóch rodzajów cech powierzchniowych.

3 Prowadzenie pomiarów

3.1 Wymagania jakościowe

Wymagania jakościowe związane z identyfikacją cech powierzchniowych podzielone są na wymagania związane z procesem rejestracji materiału zdjęciowego oraz na wymagania związane z identyfikacją cech powierzchniowych.

3.1.1 Wymagania jakościowe związane z fotorejestracją cech powierzchniowych (Podprojekt PP-C)

Na potrzeby Wytycznych, w odniesieniu do fotorejestracji cech powierzchniowych, ustala się następujące wymagania:

	Nazwa	Jednostka	Wymagany zakres
Fotorejestracja cech powierzchniowych	1. Rozdzielczość zdjęcia powierzchni	[px/mm]	0,4-1,5
	2. Szerokość objęta przez zdjęcie powierzchni	[%]	110-130
	3. Długość objęta przez zdjęcie powierzchni	[m]	≈10
	4. Szerokość najdrobniejszych pęknięć widocznych na zdjęciu powierzchni	[mm]	≤1
	5. Dopuszczalny odsetek braków w zdjęciach powierzchni	[%]	≤1
	6. Procent powtórzeń i nałożeń	[%]	≤5
	7. Rozmiar poziomy zdjęć pasa drogowego	[px]	1920
	8. Rozmiar pionowy zdjęć pasa drogowego	[py]	1080

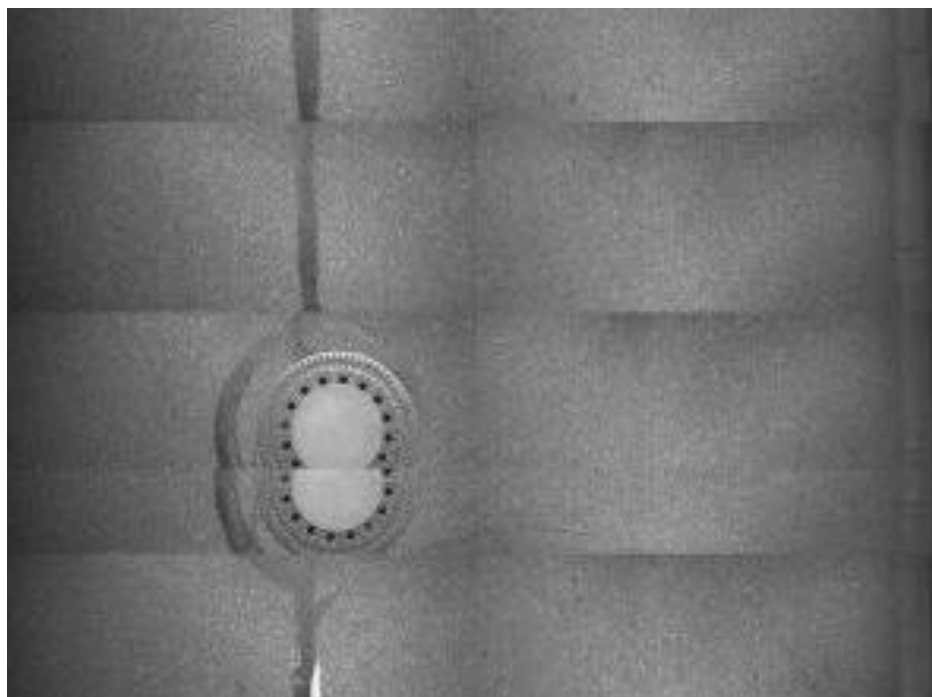
	Nazwa	Jednostka	Wymagany zakres
	Nazwa	Jednostka	Wymagany zakres
Fotorejestracja cech powierzchniowych	9. Częstość wykonywania zdjęć pasa drogowego	[m]	=10
	10. Dokładność lokalizacji współrzędnych geograficznych	[m]	≤1
	11. Gęstość pomiarów współrzędnych geograficznych	[m]	10

Rysunek 29: Wartości liczbowe do wymagań dla fotorejestracji cech powierzchniowych

gdzie:

1. Rozdzielczość zdjęcia powierzchni [px/mm] – liczba pikseli, jaka na cyfrowym obrazie odpowiada jednemu milimetrowi.
2. Szerokość objęta przez zdjęcie powierzchni [%] – wyrażona procentowo szerokość objęta zdjęciem nawierzchni w stosunku do szerokości pasa ruchu.
3. Długość objęta przez zdjęcie powierzchni [m] – długość fragmentu nawierzchni, który jest widoczny na pojedynczym ustandaryzowanym zdjęciu powierzchni.
4. Szerokość najdrobniejszych pęknięć widocznych na zdjęciu powierzchni [mm] - szerokość pęknięcia, jakie musi być widoczne na zdjęciu powierzchni poprzez zapewnienie odpowiedniej rozdzielczości, doświetlenia, stopnia kompresji, kontrastowości i głębi kolorów zdjęcia.
5. Dopuszczalny odsetek braków w zdjęciach powierzchni [%] – odsetek materiału zdjęciowego niepozwalającego na identyfikację cech powierzchniowych ze względu na niedoświetlenie, prześwietlenie, nieostrość, braki, artefakty, miejscowe zakłócenia, mogący wystąpić w ramach 100 metrów pomiaru bez uznania go za niespełniający wymagań⁴.
6. Procent powtórzeń i nałożeń [%] – maksymalny odsetek fragmentu nawierzchni, który może być niewidoczny na zdjęciach powierzchni lub widoczny w więcej niż jednym miejscu (patrz rysunek 30).

⁴ Dopuszcza się wadliwość pewnego odsetka materiału zdjęciowego ze względu na trudność wnikliwej jego kontroli przed identyfikacją. Nie zmienia to faktu, że podczas prawidłowej pracy aparatury, wykonane zdjęcia muszą być pozbawione tych wad.



Rysunek 30: Powtórzenie fragmentu nawierzchni na zdjęciu powierzchni (niepoprawne)

7. Rozmiar poziomy zdjęć pasa drogowego [px] – rozmiar , jaki musi mieć w poziomie zdjęcie pasa drogowego.
8. Rozmiar pionowy zdjęć pasa drogowego [py] – rozmiar, jaki musi mieć w pionie zdjęcie pasa drogowego.
9. Częstość wykonywania zdjęć pasa drogowego [m] – określa, co jaką odległość musi być wykonane zdjęcie pasa drogowego.
10. Dokładność odczytu współrzędnych geograficznych [m] – dokładność, z jaką określane są współrzędne geograficzne skojarzone ze zdjęciami pasa drogowego.
11. Gęstość pomiarów współrzędnych geograficznych [m] – odległość między kolejnymi pomiarami współrzędnych geograficznych.

Ponadto:

12. Podczas pomiaru nawierzchnia musi być czysta i sucha, bez zalegającego śniegu i błota pośniegowego i innych zabrudzeń. 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.
13. Pomiar musi zostać wykonany przy świetle dziennym, aby możliwa była kontrola warunków wykonania pomiaru oraz aby zdjęcia pasa drogowego były odpowiednio doświetlone i ostre.
14. 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.

15. Zarówno na zdjęciach powierzchni, jak i zdjęciach pasa drogowego nie mogą występować odbłaski, refleksy, niewyraźne miejsca spowodowane wilgocią bądź zabrudzeniami na optyce kamery.
16. Zarówno zdjęcia powierzchni, jak i zdjęcia pasa drogowego są dostarczone w postaci plików graficznych w formacie JPEG (bez kompresji progresywnej).
17. Zdjęcia powierzchni mają głębię kolorów minimum 8 bitów na piksel przy zdjęciu w skali odcieni szarości lub 24 bity na piksel przy zdjęciu kolorowym.
18. Zdjęcia pasa drogowego są kolorowe o głębi kolorów 24 bity na piksel.
19. 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.

3.1.2 Wymagania jakościowe związane z identyfikacją cech powierzchniowych (Podprojekt PP-I)

Na potrzeby Wytycznych, w odniesieniu do identyfikacji cech powierzchniowych ustala się następujące wymagania:

	Nazwa	Jednostka	Wymagany zakres
Identyfikacja cech powierzchniowych	1. Dokładność określenia pola powierzchni (nawierzchnie bitumiczne)	[m ²]	≤1,3 ⁵

Rysunek 31: Wartości liczbowe do wymagań dla identyfikacji cech powierzchniowych

gdzie:

1. Dokładność określenia pola powierzchni (nawierzchnie bitumiczne) [m²] – najmniejsza jednostka powierzchni, dla której stwierdza się, czy dana cecha występuje czy nie.

3.2 Oznaczenie danych ważnych i nieważnych

Wszelkie zdarzenia szczególne podczas wykonywania pomiarów muszą zostać udokumentowane i dołączone do danych pomiarowych w postaci tzw. flag ważności. Flagi

⁵ Wartość ta wynika z rozmiaru segmentu, dla którego dokonuje się identyfikacji cech powierzchniowych dla nawierzchni bitumicznych (metr x 1/3 pasa ruchu).

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 nieważne. Brak ważności danych wynika z przyczyn leżących po stronie wykonawcy pomiarów.

Rysunek 32: 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 identyfikacji cech powierzchniowych.

4.1.1 Identyfikacja cech powierzchniowych (PP-I)

W celu uzyskania świadectwa wzorcowania muszą zostać zachowane tolerancje określone na rysunku 33:

Parametr	r	σ_r	R	σ_R
SSP [%]	0,5	0,5	0,5	0,5
LA [%]	0,5	0,5	0,5	0,5

Rysunek 33: Wartości tolerancji powtarzalności i odtwarzalności dla wartości stanu stosowane do oceny badania wzorcowania i kontrolnego badania wzorcowania w podprojekcie PP-I dla nawierzchni bitumicznych

4.2 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 34:

Parametr	r	σ_r	R	σ_R
SSP [%]	0,5	0,5	0,5	0,5
LA [%]	0,5	0,5	0,5	0,5

Rysunek 34: Wartości tolerancji powtarzalności dla wartości stanu stosowane do oceny powtarzalności pomiarów wykonawcy w ramach kontroli własnej w podprojekcie PP-I dla nawierzchni bitumicznych

4.3 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 35:

Parametr	R	σ_R
SSP [%]	0,5	0,5

Parametr	R	σ_R
LA [%]	0,5	0,5

Rysunek 35: Wartości tolerancji odtwarzalności dla wartości stanu stosowane do oceny wyników pomiarów w ramach kontroli zewnętrznej w podprojekcie PP-I dla nawierzchni bitumicznych

4.4 Kontrola danych

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

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 20.

5 Procedury obliczania wielkości stanu

5.1 Rodzaj nawierzchni

Na podstawie zakodowanej w plikach z danymi elementarnymi informacji o rodzaju nawierzchni dla każdego odcinka diagnostycznego należy określić dominujący jej rodzaj (bitumiczna, betonowa, innego rodzaju). Dominujący jest ten rodzaj, który jest oznaczony dla większej liczby metrów bieżących pomiaru na odcinku diagnostycznym. W przypadku jednakowej liczby wystąpień nawierzchni dwóch rodzajów przyjmuje się pierwszeństwo nawierzchni bitumicznej przed betonową i betonowej przed nawierzchnią innego rodzaju.

5.2 Wielkości stanu

Wielkość stanu dla cech powierzchniowych **SSP, LA, WYB, NST, LIW i SNS** jest procentowym udziałem segmentów, na którym dana cecha występuje w odniesieniu do wszystkich segmentów w obrębie odcinka diagnostycznego. Dla cechy **UK** wielkość stanu liczona jest jako procentowy udział segmentów, na którym cecha występuje w odniesieniu do 1/3 wszystkich segmentów (uszkodzenia krawędzi mogą występować jedynie na segmencie nr 3) w obrębie odcinka diagnostycznego.

Na rysunku 36 zestawiono parametry cech powierzchniowych.

Cecha	Parametr	Jednostka	Skrót	Wielkość	Wartość
Cechy powierzchniowe nawierzchni asfaltowych	spękania siatkowe, skupiska spękań i pęknięcia pojedyncze	%	SSP	X	
	łaty	%	LA	X	
	wyboje	%	WYB	X	
	uszkodzenia krawędzi jezdni	%	UK	X	
	nieszczelne spoiny technologiczne	%	NST	X	
	łaty i wyboje	%	LIW	X	X
	spękania i spoiny	%	SNS	X	X

Rysunek 36: Parametry cech powierzchniowych

6 Katalog typowych błędów popełnianych podczas pomiarów i identyfikacji cech powierzchniowych

W niniejszym rozdziale przedstawiono typowe błędy, które mogą wystąpić podczas wykonywania pomiarów oraz podano sposób prawidłowej reakcji jednostki wykonującej pomiary w sytuacji stwierdzenia błędu.

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 Błędy podczas identyfikacji uszkodzeń

Opis problemu:

Niepoprawne zakodowanie cech powierzchniowych.

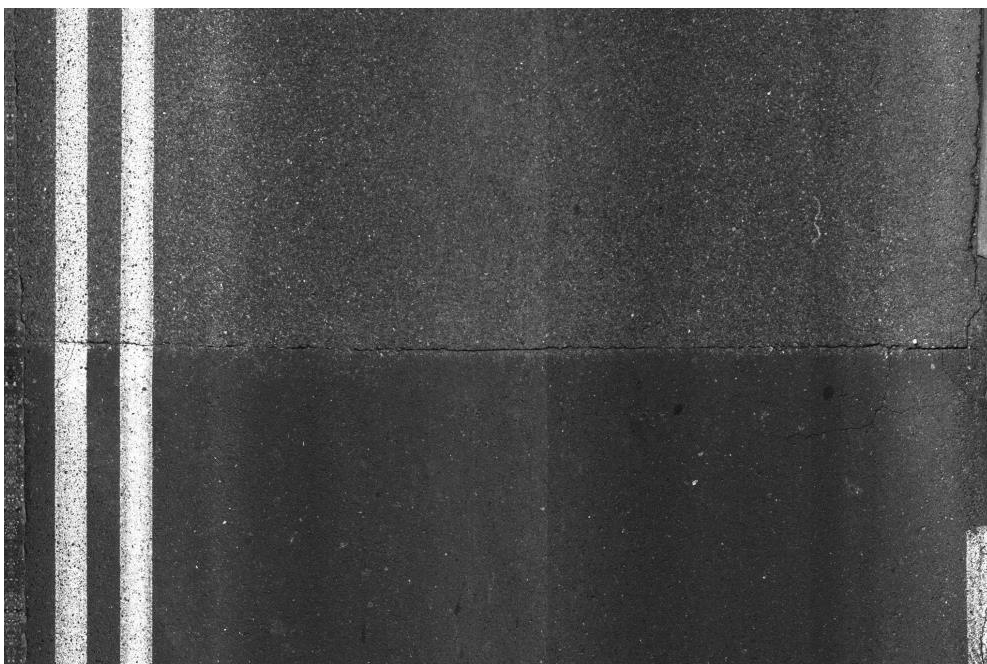
Rozwiązanie:

Wykonawca realizujący identyfikację cech powierzchniowych musi zapewnić zgodność zakodowanych informacji o cechach powierzchniowych z wymaganiami Wytycznych. W przypadku stwierdzenia błędów w kodowaniu cech powierzchniowych wykonawca zobowiązany jest do wprowadzenia niezbędnych korekt. W przypadku stwierdzenia błędów systematycznych wykonawca zobowiązany jest do skorygowania błędów w całości danych pomiarowych.

Wątpliwości pojawiające się w trakcie kodowania cech powierzchniowych powinny być na bieżąco konsultowane z zamawiającym lub wskazanym przez niego konsultantem. Takie postępowanie może uchronić wykonawcę przed popełnianiem systematycznych błędów i zminimalizuje ryzyko związane z koniecznością wielokrotnego przetwarzania całości materiału.

Przykłady:

Poniższe przykłady obrazują najczęstsze problemy związane z błędną interpretacją cech powierzchniowych:



Przykład 1: Nieszczelne spoiny technologiczne zakodowane jako spękania



Przykład 2: Niezakodowane nieszczelne spoiny technologiczne na krawędziach łat

6.2 Błędy na zdjęciach powierzchni

Opis problemu:

Nieprawidłowości na zdjęciach powierzchni związane z brakami w danych lub rozszynchronizowaniem poszczególnych fragmentów zdjęcia.

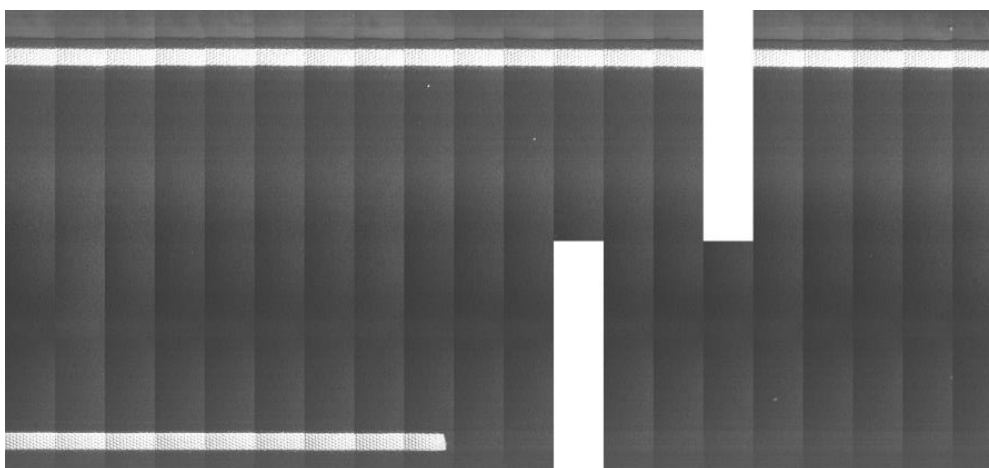
Rozwiązanie:

Problemy występujące na długości nieprzekraczającej 2 metrów mogą zostać zignorowane. W miejscach, gdzie problem występuje na odcinku przekraczającym 2 metry, należy

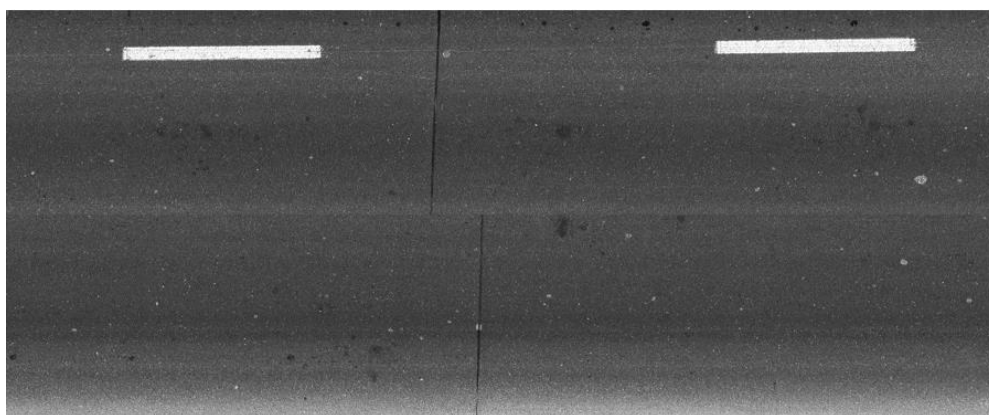
zastosować flagę ważności danych $G=-99$ (brak istniejących danych pomiarowych). W przypadku, gdy problem uniemożliwia prawidłowe wykonanie identyfikacji cech powierzchniowych wykonawca musi ponownie wykonać fotorejestrację na danym odcinku drogi i ponownie zakodować cechy powierzchniowe.

Przykłady:

Poniższe przykłady obrazują najczęstsze problemy występujące na zdjęciach powierzchni:



Przykład 1: Braki w danych na zdjęciu powierzchni



Przykład 2: Rozsynchronizowanie lewej i prawej strony zdjęcia powierzchniowego

6.3 Występowanie miejscowych ograniczeń

Opis problemu:

Wykonanie identyfikacji cech powierzchniowych na odcinkach, gdzie występują różnego rodzaju miejscowe ograniczenia, skutkuje błędnymi danymi o cechach powierzchniowych. Cechy powierzchniowe na odcinku występowania danego ograniczenia osiągną zawyżone lub zaniżone wartości, co ma wpływ na wartość końcowej oceny stanu. 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 3: Przejazd przez tory kolejowe



Przykład 4: Przejazd przez tory kolejowe



Przykład 5: Torowisko w jezdni



Przykład 6: Manewr omijania pojazdu stojącego na poboczu



Przykład 7: Manewr wyprzedzania pojazdu



Przykład 8: Manewr wyprzedzania pojazdu



Przykład 9: Manewr wyprzedzania rowerzysty



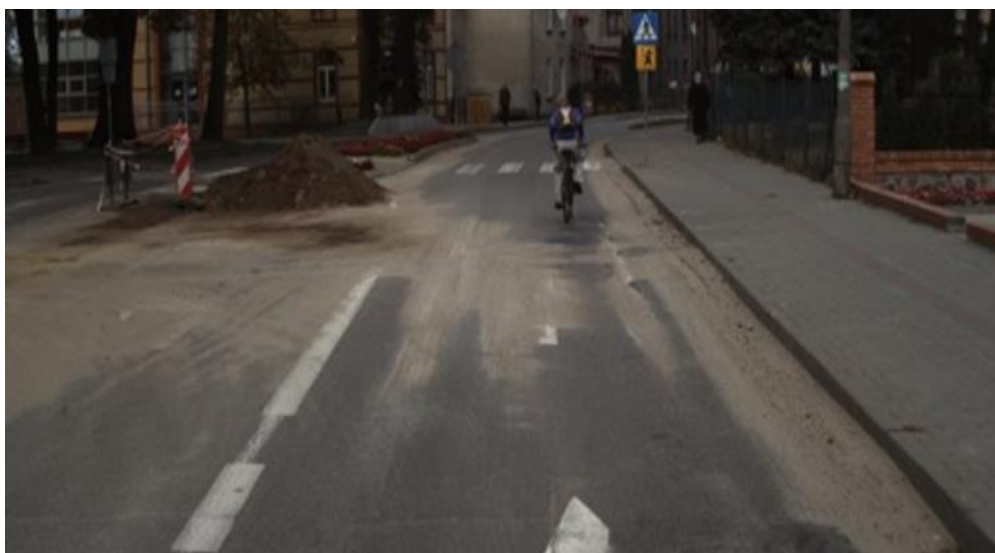
Przykład 10: Przebudowa drogi



Przykład 11: Nawierzchnia z kostki brukowej



Przykład 12: Zabrudzenie nawierzchni (liście)



Przykład 13: Zabrudzenie nawierzchni (kruszywo, piasek)

6.4 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 14: Pomiar podczas deszczu



Przykład 15: Pomiar podczas deszczu



Przykład 16: Pomiar na mokrej nawierzchni



Przykład 17: Pomiar wykonany w nocy

6.5 Błędy w wykonaniu fotorejestracji pasa drogowego

Problem:

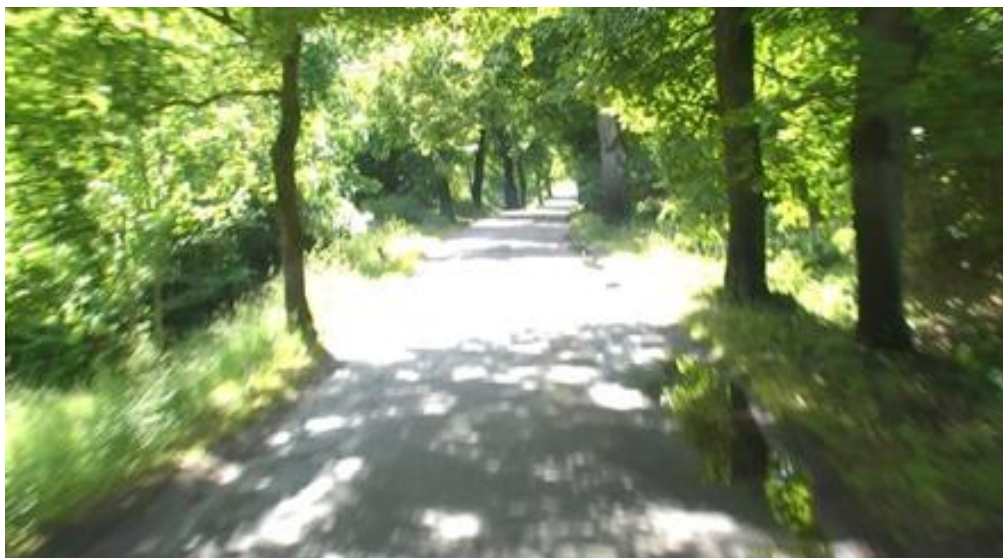
Fotorejestracja pasa drogowego musi być wykonana przy odpowiednich warunkach oświetleniowych i pogodowych. W innym wypadku może okazać się niewystarczająca zarówno do identyfikacji cech powierzchniowych, ale także do kontroli poprawności wykonania pomiaru. Fotorejestracja pasa drogowego musi spełniać wymagania określone dla podprojektu PP-F.

Rozwiązanie:

Jeżeli fotorejestracja pasa drogi nie pozwala jednoznacznie stwierdzić czy warunki wykonania pomiaru zostały spełnione, wyniki pomiarów należy oznaczyć jako nieważne i wykonać pomiar ponownie.

Przykłady:

Poniższe przykłady obrazują najczęstsze błędy podczas realizacji pomiarów:



Przykład 18: Zdjęcie frontowe złej jakości uniemożliwiające kontrolę pomiarów



Przykład 19: Zdjęcie frontowe złej jakości uniemożliwiające kontrolę pomiarów

Spis rysunków

Rysunek 1: Przykładowe zdjęcie powierzchni wykonane kamerą liniową	8
Rysunek 2: Przykładowe zdjęcie powierzchni wykonane systemem złożonym z dwóch kamer powierzchniowych.....	8
Rysunek 3: Przykład ustandaryzowanego zdjęcia powierzchni. Strzałka umieszczona po lewej stronie zdjęcia określa kierunek przejazdu pojazdu pomiarowego	9
Rysunek 4: Przykładowe zdjęcie pasa drogowego wykonane kamerą frontową zgodnie z Wytycznymi podprojektu PP-F	10
Rysunek 5: Prawidłowe zsynchronizowanie zdjęcia powierzchniowego i frontowego	10
Rysunek 6: Reguły wyznaczania pasa ruchu w przypadku występowania oznakowania poziomego	12
Rysunek 7: Reguły wyznaczania pasa ruchu w przypadku braku oznakowania poziomego ..	12
Rysunek 8: Podział pasa ruchu na segmenty	13
Rysunek 9: Przykłady SSP	14
Rysunek 10: Przykład naprawionego pęknięcia (SSP)	14
Rysunek 11: Spękania niskotemperaturowe (SSP)	15
Rysunek 12: Przykład pęknięcia na lub obok innej cechy (SSP).....	15
Rysunek 13: Odpryski farby z oznakowania poziomego (bez SSP)	16
Rysunek 14: Zarysowanie na powierzchni (bez SSP).....	16
Rysunek 15: Ślady hamowania i zabrudzenia (bez SSP)	17
Rysunek 16: Zabrudzenia (bez SSP).....	17
Rysunek 17: Zarysowania powierzchni (bez SSP).....	18
Rysunek 18: Przykłady łaty nałożonej o nieregularnym (lewa) i regularnym (prawa) kształcie	18
Rysunek 19: Przykład łaty wbudowanej.....	19
Rysunek 20: Przykład nachodzenia fragmentu nawierzchni oddzielonego spoiną (bez LA) ..	20
Rysunek 21: Przykład zmiany nawierzchni związanej z konstrukcją mostu (bez LA)	20
Rysunek 22: Przykład konstrukcji nawierzchni drogi dochodzącej do skrzyżowania wchodzącej na pas ruchu drogi na której odbywa się pomiar	21
Rysunek 23: Różne przykłady wybojów (WYB)	21
Rysunek 24: Różne przykłady uszkodzeń krawędzi (UK)	22

Rysunek 25: Spoiny technologiczne wzdłuż kierunku jazdy widziane na zdjęciu pasa ruchu (fragment)	23
Rysunek 26: Przykłady nieszczelnych spoin technologicznych w poprzek kierunku jazdy (NST)	23
Rysunek 27: Przykłady szczelnej spoiny technologicznej przebiegającej wszerek i wzdłuż kierunku jazdy (bez NST).....	24
Rysunek 28: Przykłady poprawnie uszczelnionych spoin technologicznych (bez NST)	24
Rysunek 29: Wartości liczbowe do wymagań dla fotorejestracji cech powierzchniowych	27
Rysunek 30: Powtórzenie fragmentu nawierzchni na zdjęciu powierzchni (niepoprawne)	28
Rysunek 31: Wartości liczbowe do wymagań dla identyfikacji cech powierzchniowych	29
Rysunek 32: Znaczenie flag ważności danych (Flagi G).....	30
Rysunek 33: Wartości tolerancji powtarzalności i odtwarzalności dla wartości stanu stosowane do oceny badania wzorcowania i kontrolnego badania wzorcowania w podprojekcie PP-I dla nawierzchni bitumicznych.....	31
Rysunek 34: Wartości tolerancji powtarzalności dla wartości stanu stosowane do oceny powtarzalności pomiarów wykonawcy w ramach kontroli własnej w podprojekcie PP-I dla nawierzchni bitumicznych	31
Rysunek 35: Wartości tolerancji odtwarzalności dla wartości stanu stosowane do oceny wyników pomiarów w ramach kontroli zewnętrznej w podprojekcie PP-I dla nawierzchni bitumicznych	32
Rysunek 36: Parametry cech powierzchniowych	33