

# Wytyczne utrzymania dróg samorządowych

## Część 2: Diagnostyka

01-0000.00.00

Wzorce i standardy  
rekomendowane przez  
Ministra właściwego ds. transportu

# WR-D-83-2



**WR-D-83-2**

**Wytyczne utrzymania dróg samorządowych. Część 2: Diagnostyka**

Wersja: **01**

Obowiązuje od: **0000.00.00**

Rekomendował:

Wzorce i standardy rekomendowane przez Ministra właściwego ds. transportu:

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

Opracował Zespół w składzie:

Stanisław Gaca – Koordynator, Karol Kowalski, Bartłomiej Krawczyk, Jan Król, Adam Liphardt, Piotr Mackiewicz, Piotr Radziszewski, Michał Sarnowski, Antoni Szydło

Jednostka odpowiedzialna:

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

© Skarb Państwa – Minister Infrastruktury

Zdjęcie na okładce © Michał Sarnowski

Opracowanie sfinansowano ze środków Funduszu Spójności w ramach działania 2.1 Programu Operacyjnego Pomoc Techniczna 2014-2020



**Rzeczpospolita  
Polska**

**Unia Europejska**  
Fundusz Spójności



# Spis treści

## 1. Przedmiot i zakres stosowania

## 2. Wykaz opracowań powołanych

- 2.1. Akty prawne
- 2.2. Normy
- 2.3. Pozostałe opracowania

## 3. Definicje i objaśnienia skrótów

- 3.1. Definicje
- 3.2. Skróty
- 3.3. Symbole

## 4. Diagnostyka metodami zmechanizowanymi

- 4.1. Nośność
  - 4.1.1. Wprowadzenie
  - 4.1.2. Pomiar punktowy – ugięciomierz FWD
  - 4.1.3. Pomiar punktowy – ugięciomierz Benkelmana
  - 4.1.4. Pomiar ciągły – ugięciomierz TSD
  - 4.1.5. Wymagania jakościowe dla pomiaru punktowego (FWD)
  - 4.1.6. Wymagania jakościowe dla pomiaru punktowego (ugięciomierz Benkelmana)
  - 4.1.7. Wymagania jakościowe dla pomiaru ciągłego (TSD)
  - 4.1.8. Procedury obliczania wielkości stanu
- 4.2. Równość podłużna
  - 4.2.1. Wprowadzenie
  - 4.2.2. Metodologia badań i technika pomiarowa
  - 4.2.3. Wymagania jakościowe dla pomiarów równości podłużnej
  - 4.2.4. Procedury obliczania wielkości stanu
  - 4.2.5. Międzynarodowy wskaźnik równości (IRI)
  - 4.2.6. Symulacja planografu (PGR\_AVG i PGR\_MAX)
- 4.3. Równość poprzeczna
  - 4.3.1. Wprowadzenie
  - 4.3.2. Metodologia badań i technika pomiarowa
  - 4.3.3. Wymagania jakościowe dla pomiarów równości poprzecznej
  - 4.3.4. Procedury obliczania wielkości stanu
  - 4.3.5. Średnia głębokość koleiny (GK)
  - 4.3.6. Średnia teoretyczna głębokość wody w koleinie (GW)
  - 4.3.7. Pochylenie poprzeczne (PP)
- 4.4. Właściwości przeciwpoślizgowe
  - 4.4.1. Wprowadzenie
  - 4.4.2. Metodologia badań i technika pomiarowa
  - 4.4.3. Pomiar punktowy SRT-3
  - 4.4.4. Pomiar ciągły TWO
  - 4.4.5. Wymagania jakościowe dla pomiaru punktowego SRT-3
  - 4.4.6. Wymagania jakościowe dla pomiaru ciągłego TWO
  - 4.4.7. Procedury obliczania wielkości stanu
- 4.5. Cechy powierzchniowe
  - 4.5.1. Wprowadzenie
  - 4.5.2. Metodologia badań i technika pomiarowa
  - 4.5.3. Fotorejestracja cech powierzchniowych
  - 4.5.4. Zasady identyfikacji cech powierzchniowych
  - 4.5.5. Cechy nawierzchni podlegające identyfikacji – spękania siatkowe, skupiska spękań i pęknięcia pojedyncze (SSP)
  - 4.5.6. Cechy nawierzchni podlegające identyfikacji – łaty (LA)
  - 4.5.7. Cechy nawierzchni podlegające identyfikacji – wyboje (WYB)
  - 4.5.8. Cechy nawierzchni podlegające identyfikacji – uszkodzenia krawędzi jezdni (UK)
  - 4.5.9. Cechy nawierzchni podlegające identyfikacji – nieszczelne spoiny technologiczne (NST)

- 4.5.10. Cechy nawierzchni podlegające identyfikacji – spękania i nieszczelne spoiny technologiczne (SNS)
- 4.5.11. Cechy nawierzchni podlegające identyfikacji – łaty i wyboje (LIW)
- 4.5.12. Wymagania jakościowe dla identyfikacji cech powierzchniowych
- 4.5.13. Procedury obliczania wielkości stanu
- 4.6. Stan pasa drogowego
  - 4.6.1. Wprowadzenie
  - 4.6.2. Metodologia badań i technika pomiarowa
  - 4.6.3. Wymagania jakościowe dla fotorejestracji pasa drogowego
- 4.7. Kontrola stanu technicznego dróg na podstawie oceny wizualnej
  - 4.7.1. Kontrola stanu technicznego nawierzchni asfaltowych
  - 4.7.2. Kontrola stanu technicznego nawierzchni betonowych
  - 4.7.3. Kontrola stanu technicznego poboczy
  - 4.7.4. Kontrola stanu technicznego urządzeń do odwodnienia
  - 4.7.5. Kontrola stanu technicznego dróg dla pieszych, dróg dla rowerów lub dróg dla pieszych i rowerów

## **5. Klasyfikacja uszkodzeń nawierzchni**

- 5.1. Klasyfikacja uszkodzeń nawierzchni asfaltowych
  - 5.1.1. Deformacje trwałe
  - 5.1.2. Spękania
  - 5.1.3. Uszkodzenia powierzchniowe
- 5.2. Klasyfikacja uszkodzeń nawierzchni betonowych
  - 5.2.1. Deformacje trwałe
  - 5.2.2. Pęknięcia
  - 5.2.3. Uszkodzenia powierzchni
  - 5.2.4. Uszkodzenia w obszarze łączenia płyt
  - 5.2.5. Uszkodzenia nawierzchni z powodu nieprawidłowej pracy dybli i kotew

## **6. Klasyfikacja uszkodzeń nawierzchni dróg dla pieszych, dróg dla rowerów lub dróg dla pieszych i rowerów**

## **7. Klasyfikacja uszkodzeń poboczy i odwodnienia dróg**

- 7.1. Klasyfikacja uszkodzeń poboczy
- 7.2. Klasyfikacja uszkodzeń odwodnienia dróg

# 1. Przedmiot i zakres stosowania

(1) Przedmiotem wytycznych są zalecenia w zakresie rozpoznania i oceny stanu nawierzchni dróg samorządowych, poboczy oraz odwodnienia dróg.

(2) Niniejsze wytyczne dotyczą technicznego utrzymania dróg samorządowych natomiast nie obejmują swym zakresem zimowego utrzymania dróg i utrzymania drogowych obiektów inżynierskich.

(3) W wytycznych przedstawiona została klasyfikacja uszkodzeń oraz sposoby oceny stanu nawierzchni, odwodnienia i poboczy.

(4) Ocena stanu elementów drogi oraz systematyczne zbieranie danych o stanie elementów pasa drogowego pozwala na wskazanie lokalizacji odcinków dróg, na których należy wykonać prace remontowe. Zgromadzone dane mogą być zastosowane również do optymalnego podziału środków przez samorzady na utrzymanie dróg.

(5) Diagnostyka nawierzchni oznacza proces pozyskiwania informacji o cechach nawierzchni drogowych a także klasyfikację i ocenę ich wielkości.

(6) Ocena stanu nawierzchni dróg wymaga zastosowania zmechanizowanych metod oceny. Metody te są obiektywne, dokładniejsze i niezależne od błędów człowieka jak również bezpieczniejsze w stosowaniu. W ocenie stanu nawierzchni dróg o niskiej kategorii ruchu może być wystarczająca ocena wizualna.



## 2. Wykaz opracowań powołanych

### 2.1. Akty prawne

- [1] Ustawa z dnia 21 marca 1985 r. o drogach publicznych (Dz. U. z 2020 r. poz. 470, z późn. zm.).

### 2.2. Normy

- [2] ASTM E 1551 Standard Specification for a Size 4.00-8 Smooth Tread Friction Test Tire.

### 2.3. Pozostałe opracowania

- [3] Wytyczne diagnostyki stanu technicznego nawierzchni dla dróg wojewódzkich. Zarządy Dróg Wojewódzkich, 2018.





## 3. Definicje i objaśnienia skrótów

### 3.1. Definicje

**Diagnostyka stanu nawierzchni** – identyfikacja i ocena cech eksploatacyjnych nawierzchni drogowych a także inne, wspomagające działania, w tym również kontrola jakości, udostępnianie wyników zainteresowanym adresatom.

**Droga samorządowa** – droga publiczna zaliczana do kategorii dróg wojewódzkich, powiatowych lub gminnych w rozumieniu ustawy [1].

**Kategoria ruchu** – jeden z przedziałów określających ruch projektowy od KR1 do KR7, w zależności od sumarycznej liczby osi równoważnych 100 kN lub 115 kN w okresie projektowym.

**Korpus drogi** – nasyp lub ta część wykopu, która jest ograniczona koroną drogi i skarpami rowów.

**Remont cząstkowy nawierzchni** – obejmuje zespół zabiegów technicznych wykonywanych na bieżąco, związanych z usuwaniem uszkodzeń nawierzchni zagrażających bezpieczeństwu ruchu, jak również zabiegi obejmujące małe powierzchnie, hamujące proces powiększania się powstałych uszkodzeń. Rozróżnienie między remontem cząstkowym a remontem nawierzchni betonowej dotyczy głównie zakresu remontowanego odcinka – umownie sekcji 500 mb w przypadku remontów o charakterze liniowym (np. wymiana lub uszczelnienie wypełnień i szczelin, uszczelnienie pęknięć) i 1 500 m<sup>2</sup> w przypadku remontów o charakterze powierzchniowym (np. remixing warstwy ścieralnej, wymiana płyt, frezowanie powierzchni).

**Remont nawierzchni** – wykonywanie robót przywracających pierwotny stan (cechy eksploatacyjne) drogi (odcinka drogi), także przy użyciu wyrobów budowlanych innych niż użyte w stanie pierwotnym. Do remontów nawierzchni asfaltowych zaliczyć można m. in.: powierzchniowe utrwalenie, cienką warstwę ścieralną na zimno i na gorąco, frezowanie, termoprofilowanie warstwy ścieralnej, remixing warstwy ścieralnej, wymianę warstw nawierzchni. Do remontów nawierzchni betonowych zaliczyć można m. in.: frezowanie nawierzchni, uzupełnianie ubytków, uszczelnianie spękań, uszorstnienie nawierzchni, wymianę płyt, wymianę dybli i kotew.

**Rów drogowy** – urządzenie techniczne drogi w formie otwartego wykopu o głębokości co najmniej 30 cm, który zbiera i odprowadza wodę, wyróżnia się:

- a) rowy przydrożne – rowy zbierające wodę z korony drogi,
- b) rowy odpływowe – rowy odprowadzające wodę poza pas drogowy,
- c) rowy stokowe – rowy zbierające wodę spływającą ze stoku.

**Utrzymanie drogi** – wykonywanie robót konserwacyjnych, porządkowych i innych zmierzających do zwiększenia bezpieczeństwa i wygody ruchu, w tym także odśnieżanie i zwalczanie śliskości zimowej; utrzymanie drogi obejmuje remonty.

### 3.2. Skróty

**ASTM** (American Society for Testing and Materials) – Amerykańskie Stowarzyszenie Badań i Materiałów, symbol normy amerykańskiej.

**DSN** – Diagnostyka Stanu Nawierzchni.

**FWD** (Falling Weight Deflectometer) – ugięciomierz dynamiczny.

**IRI** (International Roughness Index) – międzynarodowy wskaźnik równości, parametr równości podłużnej.

**KR** – kategoria ruchu.

**LTE** (Load Transfer Efficiency) – współczynnik przenoszenia obciążeń (współpracy płyt betonowych).

**R** – remont.

**RC** – remont cząstkowy.

**SRT** (Skid Resistance Tester) – urządzenie do badania właściwości przeciwpoślizgowych przy 100% blokadzie koła pomiarowego.

**TSD** (Traffic Speed Deflectometer) – mobilny ugięciomierz laserowy.

**TWO** (Traction Watcher One) – urządzenie do badania właściwości przeciwpoślizgowych przy częściowej blokadzie koła pomiarowego (17,8%).

**WDSN** – Diagnostyka Stanu Nawierzchni dla dróg wojewódzkich.

### 3.3. Symbole

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

**Tab. 3.1.1. Wykaz zastosowanych symboli**

Symbol	Jednostka	Opis
$W_p$	-	progowa wielkość stanu – wartość pożądana
$W_{ost}$	-	progowa wielkość stanu – wartość ostrzegawcza
$W_{kryt}$	-	progowa wielkość stanu – wartość krytyczna
SCI	[ $\mu\text{m}$ ]	wskaźnik krzywizny ugięcia – parametr nośności
SCI <sub>300</sub>	[ $\mu\text{m}$ ]	wskaźnik krzywizny ugięcia w odległości 300 mm od punktu zrzutu obciążenia
SCI <sub>300FWD</sub>	[ $\mu\text{m}$ ]	wskaźnik krzywizny ugięcia odcinka diagnostycznego w odległości 300 mm od punktu zrzutu obciążenia w urządzeniu FWD
LTE	[%]	współczynnik przenoszenia obciążeń (współpracy płyt betonowych)
D	[ $\mu\text{m}$ ]	ugięcie zarejestrowane (w badaniu metodą FWD)
$D_0$	[ $\mu\text{m}$ ]	ugięcie maksymalne
$D_{0FWD}$	[ $\mu\text{m}$ ]	maksymalne ugięcie odcinka diagnostycznego otrzymane z urządzenia FWD
$D_{300FWD}$	[ $\mu\text{m}$ ]	ugięcie zarejestrowane w odległości 300 mm od punktu zrzutu obciążenia w urządzeniu FWD
$D_1$	[ $\mu\text{m}$ ]	ugięcie pod geofonem 1, płyta obciążona (w badaniu metodą FWD)
$D_2$	[ $\mu\text{m}$ ]	ugięcie pod geofonem 2, płyta nieobciążona (w badaniu metodą FWD)
d	[ $\mu\text{m}$ ]	ugięcie ustandaryzowane do obciążenia nominalnego 50kN (w badaniu metodą FWD)
F	[kN]	zarejestrowane obciążenie (w badaniu metodą FWD)
$D_u$	[mm]	przemieszczenie na płycie nieobciążonej
$D_L$	[mm]	przemieszczenie na płycie obciążonej
$U_s$	[mm]	ugięcie sprężyste (odwracalne)
$U_{s4}$	[mm]	ugięcie zarejestrowane przy obciążeniu na koło bliźniacze wynoszące 40kN (w badaniu metodą ugięciomierza Benkelmana)
$U_{s5}$	[mm]	ustandaryzowane ugięcie dla nominalnego obciążenia na koło bliźniacze wynoszące 50kN (w badaniu metodą ugięciomierza Benkelmana)
$C_0$	[mm]	pierwszy odczyt na czujniku (nawierzchnia obciążona)
C	[mm]	drugi odczyt na czujniku (nawierzchnia odciążona)
T	[°C]	temperatura warstw asfaltowych
$\Delta T$	[°C]	różnica temperatury
PGR_AVG	[mm]	symulacja planografu – wartość średnia – wskaźnik równości bazujący na symulacji pomiaru nierówności za pomocą planografu, łąką 4 m (parametr statystyczny opisujący równość podłużną)
PGR_MAX	[mm]	symulacja planografu – wartość maksymalna – wskaźnik równości bazujący na symulacji pomiaru nierówności za pomocą planografu, łąką 4 m (parametr statystyczny opisujący równość podłużną)
GK	[mm]	głębokość koleiny – parametr równości poprzecznej

GW	[mm]	głębokość wody w koleinie – parametr równości poprzecznej
GK_L	[mm]	średnia głębokość koleiny lewej
GK_P	[mm]	średnia głębokość koleiny prawej
GW_L	[mm]	średnia teoretyczna głębokość wody w koleinie lewej
GW_P	[mm]	średnia teoretyczna głębokość wody w koleinie prawej
WT	-	współczynnik tarcia – parametr właściwości przeciwpoślizgowych
L <sub>1</sub>	[mm]	rzut długości pęknięcia na oś podłużną płyty betonowej (równoległe do szczeliny podłużnej)
L <sub>2</sub>	[mm]	rzut długości pęknięcia na oś poprzeczną płyty betonowej (równoległe do szczeliny poprzecznej)
LIW	[%]	łaty i wyboje – parametr cech powierzchniowych
SNS	[%]	spękania i nieszczelne spoiny technologiczne – parametr cech powierzchniowych
LA	[%]	łaty – parametr cech powierzchniowych
NST	[%]	nieszczelne spoiny technologiczne – parametr cech powierzchniowych
SSP	[%]	spękania siatkowe, skupiska spękań i pęknięcia pojedyncze – parametr cech powierzchniowych
UK	[%]	uszkodzenia krawędzi jezdni – parametr cech powierzchniowych
WYB	[%]	wyboje – parametr cech powierzchniowych



## 4. Diagnostyka metodami zmechanizowanymi

### 4.1. Nośność

#### 4.1.1. Wprowadzenie

(1) Nośność nawierzchni drogi jest to zdolność do przenoszenia obciążeń, jakim ta nawierzchnia podlega.

(2) Z pojęciem nośności związana jest tzw. trwałość zmęczeniowa. Jest to liczba osi standardowych, które nawierzchnia jest w stanie przenieść do utraty wymaganych dla prawidłowego funkcjonowania właściwości strukturalnych.

(3) Do oceny nośności i trwałości zmęczeniowej wykorzystuje się przemieszczenia pionowe konstrukcji czyli ugięcia, rejestrowane pod znanym obciążeniem.

(4) W wytycznych ocenę nośności wykonuje się na podstawie pomiaru ugięć nawierzchni. Do pomiaru ugięć można stosować urządzenia typu FWD (pomiar punktowy) oraz typu TSD (pomiar ciągły). Dla II i III poziomu oceny (zgodnie z tab. 4.2.1 w WR-D-83-1) dopuszcza się prowadzenie oceny nośności na podstawie pomiaru ugięć sprężystych ugięciomierzem Benkelmana. Wytyczne w zakresie pomiaru ugięć nie wymagają zachowania korelacji pomiędzy tymi dwoma metodami pomiarowymi. Zarządca drogi powinien wskazać metodę wykonywania pomiarów.

(5) Pomiary ugięć należy wykonywać za pomocą pojazdów poruszających się w normalnym ruchu lub powodujących zamknięcie pasa ruchu, nie dłuższe niż w przypadku robót szybko postępujących.

(6) Pomiary urządzeniem typu FWD wykonuje się na środku pasa ruchu, natomiast pomiary urządzeniem typu TSD wykonuje się w śladzie prawego koła.

(7) Jeżeli zarządca drogi 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. W zależności od potrzeb zarządca drogi może zdecydować o zmianie zakresu pomiarów.

(8) Pomiar ugięć wykonuje się na nawierzchniach asfaltowych i betonowych.

(9) Pomiar ugięć nawierzchni w wytycznych jest opisywany przez ugięcie maksymalne  $D_0$  oraz wskaźnik krzywizny ugięcia  $SCI_{300}$ . Dodatkowo w przypadku nawierzchni betonowych pomiary ugięć wykorzystuje się do badania współpracy płyt – współczynnik przenoszenia obciążeń LTE. W przypadku nawierzchni betonowych nie wykonuje się pomiaru wskaźnika krzywizny SCI.

(10) Wynikiem pomiaru na poziomie danych elementarnych dla pomiaru ugięcia jest cyfrowa reprezentacja ugięcia maksymalnego nawierzchni oraz wskaźnika krzywizny ugięcia bezpośrednio pomierzone za pomocą ugięciomierzy FWD bądź TSD oraz wyznaczone na ich podstawie wartości unormowane. Dodatkowo rejestruje się temperaturę powietrza oraz temperaturę w połowie grubości pakietu warstw asfaltowych. W danych elementarnych zapisuje się także średnicę płyty naciskowej (w przypadku pomiaru punktowego) oraz obciążenie pomiarowe.

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

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

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

(13) W przypadku, gdy łącznie z pomiarem ugięć nie jest wykonywana fotorejestracja korytarza drogi, w ramach ciągłego pomiaru ugięć wykonuje się fotorejestrację kontrolną z kamery

frontowej, pozwalającą na obserwowanie drogi i warunków w trakcie wykonywania pomiaru (dokumentacja wykonania pomiaru). W ramach punktowego pomiaru ugięć nie wykonuje się fotorejestracji kontrolnej. Informacje o zdjęciach muszą zostać zapisane w pliku z geograficznymi danymi elementarnymi.

#### 4.1.2. Pomiar punktowy – ugięciomierz FWD

(1) W pomiarze punktowym rejestruje się ugięcia wywołane określonym obciążeniem spadającym z ustalonej wysokości. Przy użyciu tej metody bada się odpowiedź nawierzchni pod obciążeniem dynamicznym (udarowym).

(2) Pomiar punktowy ugięć wykonywany jest za pomocą ugięciomierza dynamicznego FWD. Elementem aparatury pomiarowej FWD jest zestaw czujników (geofonów).

(3) Do przeprowadzenia oceny nośności jest wymagana rejestracja wielkości ugięcia w odległości 0 mm oraz 300 mm od punktu zrzutu obciążenia. Na podstawie odczytów wyznacza się ugięcie maksymalne  $D_0$  i wskaźnik krzywizny ugięcia  $SCI_{300}$  (w przypadku nawierzchni asfaltowych).

(4) W przypadku nawierzchni betonowych pomiary ugięć przeprowadzać należy w środku płyty oraz dodatkowo w obszarze styku płyt, w celu określenia stopnia współpracy płyt (współczynnik przenoszenia obciążeń LTE). Wyznacza się go na podstawie ugięć na obu płytach ze wzoru (4.1.2.1):

$$LTE = \frac{D_U}{D_L} \cdot 100\% \quad (4.1.2.1)$$

gdzie:

LTE – współczynnik współpracy [%],

$D_U$  – przemieszczenie na płycie nieobciążonej,

$D_L$  – przemieszczenie na płycie obciążonej.

(5) Ze względu na różnice wartości pomiarów wynikające z różnych obciążeń, temperatur warstw asfaltowych, a także warunków atmosferycznych, pozyskane dane muszą zostać poddane normalizacji, aby mogły być porównywalne z wynikami pomiarów w warunkach określonych jako standardowe.

(6) Ugięcie standaryzowane to ugięcie nawierzchni, które zostało sprowadzone do warunków standardowych: nacisk 50 kN na powierzchni kołowej o średnicy 300 mm przy temperaturze warstw asfaltowych wynoszącej 20°C.

#### 4.1.3. Pomiar punktowy – ugięciomierz Benkelmana

(1) Ocenę nośności podatnych nawierzchni drogowych za pomocą ugięciomierza belkowego pod statycznym naciskiem samochodowego koła bliźniaczego dokonuje się na podstawie pomiaru ugięcia sprężystego.

(2) Ugięcie sprężyste, czyli odwracalne  $U$ , jest to wielkość zmierzonego odprężenia uprzednio obciążonej nawierzchni, po jej całkowitym odciążeniu.

(3) Pomiar ugięciomierzem belkowym wykonuje się w okresie, gdy:

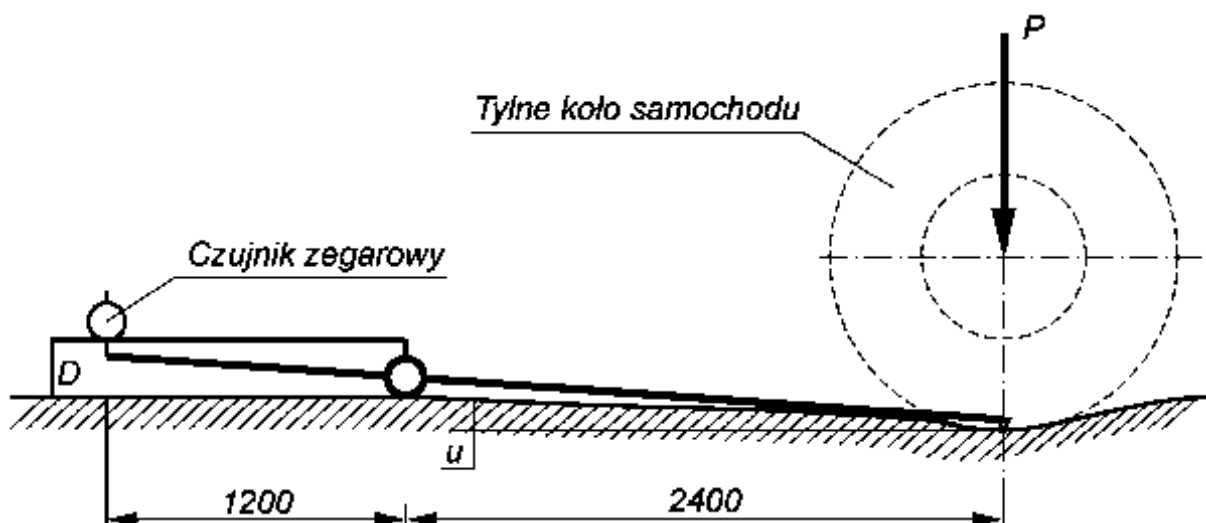
a) temperatura warstw asfaltowych mierzona w środku ich grubości mieści się w przedziale od 5 do 25°C,

b) podłoże gruntowe jest rozmarznęte.

(4) Do obciążania nawierzchni przy pomiarach ugięć używa się samochodu ciężarowego o sprawdzonym obciążeniu 50 kN na każde bliźniacze koło tylnej osi pojedynczej, tj. o równomiernie rozłożonym obciążeniu na tylną pojedynczą oś 100 kN.

(5) Przeznaczony do pomiaru samochód należy ustawić równolegle do osi jezdni tak, aby koło bliźniacze, mające stanowić obciążenie pomiarowe znajdowało się w punkcie pomiaru (rys. 4.1.3.1). Po zatrzymaniu się samochodu należy ustawić ugięciomierz równolegle do osi jezdni w środku między oponami bliźniaczego koła. Następnie należy odnotować odczyt na czujniku. Czynności te powinny być wykonane w czasie nie dłuższym niż 30 sekund. Po dokonaniu odczytu samochód powinien bezzwłocznie odjechać poza zasięg oddziaływania

ciężaru koła na rzędną punktu pomiaru, tj. co najmniej 6 m i notuje się ponownie odczyt (odczyt po odciążeniu).



Rys. 4.1.3.1. Schemat pomiaru ugięciemierzem Benkelmana

#### 4.1.4. Pomiar ciągły ugięć – ugięciomierz TSD

(1) Pomiar ciągły ugięć nawierzchni wykonywany jest za pomocą ugięciomierza laserowego TSD. Metodą tą bada się odpowiedź nawierzchni na obciążenie wywołane przez pojazd poruszający się w ruchu drogowym.

(2) Ugięcie nawierzchni drogowej w tej metodzie pomiaru wyliczane jest w fazie dalszego przetwarzania danych na podstawie rejestrowanych prędkości ugięcia nawierzchni. Aby wyniki pomiaru charakteryzowały się wiarygodnością istotne jest odpowiednie rozmieszczenie czujników w stosunku do osi prawego koła naczepy. Należy zastosować liczbę czujników zapewniającą jak najbardziej dokładną rejestrację czaszy ugięć, ale nie mniej niż 7.

(3) Ze względu na różnice wartości pomiarów wynikające z różnych obciążeń, temperatur warstw asfaltowych, a także warunków atmosferycznych, pozyskane dane muszą zostać poddane normalizacji, aby mogły być porównywalne z wynikami pomiarów w warunkach określonych jako standardowe. Ugięcie standaryzowane to maksymalne ugięcie nawierzchni na podstawie pomiaru TSD przeliczone do równoważnych ugięć FWD według zależności określonych i udokumentowanych przez wykonawcę pomiarów.

#### 4.1.5. Wymagania jakościowe dla pomiaru punktowego (FWD)

(1) W odniesieniu do pomiaru ugięć według FWD, ustala się następujące wymagania:

- a) gęstość pomiarów [m] – odległość między kolejnymi wielkościami ugięcia maksymalnego wzdłuż kierunku,
- b) dokładność pojedynczego odczytu ugięcia [ $\mu\text{m}$ ] – najmniejsza różnica w ugięciu, jaką jest w stanie zarejestrować przyrząd pomiarowy. Dotyczy zarówno ugięcia maksymalnego, jak i czaszy ugięć,
- c) obciążenie pomiarowe [kN] – obciążenie wykorzystane do pomiaru ugięcia podczas pomiaru.

(2) Ugięcie zapisane w danych elementarnych musi być ustandaryzowane do obciążenia nominalnego 50 kN za pomocą wzoru (4.1.5.1):

$$d = D \cdot 50F \quad (4.1.5.1)$$

gdzie:

d – ugięcie ustandaryzowane do obciążenia nominalnego 50 kN [ $\mu\text{m}$ ],

D – ugięcie zarejestrowane [ $\mu\text{m}$ ],

F – obciążenie zarejestrowane [kN].



- (3) Ugięcie pomierzone również zapisywane jest w danych elementarnych:
- nominalna średnica powierzchni nacisku [m] – średnica kołowej powierzchni, na jakiej podczas pomiaru przyłożone jest obciążenie,
  - temperatura warstw asfaltowych T [°C] – temperatura pakietu warstw asfaltowych mierzona w połowie ich grubości w miejscu pomiaru ugięcia. Jeśli łączna grubość warstw asfaltowych jest większa od 24 cm, temperaturę należy mierzyć na głębokości 12 cm. Temperaturę w połowie warstw asfaltowych można wyznaczyć korzystając z tzw. równań BELLS,
  - dokładność odczytu współrzędnych geograficznych [m] – dokładność, z jaką określane są współrzędne geograficzne skojarzone ze zdjęciami pasa drogowego,
  - odległość od osi obciążenia wymaganych odczytów [mm] – odległości czujników (geofonów) od osi obciążenia z których wymagany jest odczyt wielkości ugięcia,
  - czas oddziaływania impulsu siły [ms] – czas trwania impulsu obciążenia generowanego na nawierzchni. Jednocześnie czas zapisu przebiegu obciążenia i ugięcia nie może być mniejszy niż czas trwania impulsu.

(4) Wartości liczbowe do wymagań dla pomiaru punktowego ugięć według FWD podano w tab. 4.1.5.1.

**Tab. 4.1.5.1. Wartości liczbowe do wymagań dla pomiaru punktowego ugięć według FWD**

Parametr	Jednostka	Wymagany zakres
Gęstość pomiarów	[m]	100
Dokładność pojedynczego odczytu ugięcia	[µm]	1
Obciążenie pomiarowe	[kN]	45-55
Nominalna średnica powierzchni nacisku	[m]	0,3
Temperatura warstw asfaltowych	[°C]	5-25
Dokładność lokalizacji współrzędnych geograficznych	[m]	≤1
Odległość od osi obciążenia wymaganych odczytów	[mm]	0; 300
Czas oddziaływania impulsu siły	[ms]	20-60

(5) Podczas pomiaru podłoże gruntowe nie może być zamrożone, a 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.

(6) Pomiaru nie należy wykonywać w miejscach występowania lokalnych ograniczeń, np. w na przejazdach kolejowych.

(7) Pomiar musi zostać wykonany przy świetle dziennym.

(8) 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.

(9) W przypadku punktowego pomiaru ugięć fotorejestracji kontrolnej nie wykonuje się.

#### **4.1.6. Wymagania jakościowe dla pomiaru punktowego (ugięciomierz Benkelmana)**

(1) W odniesieniu do pomiaru ugięć ugięciomierzem Benkelmana, ustala się następujące wymagania:

- gęstość pomiarów [m] – odległość między kolejnymi wielkościami ugięcia maksymalnego wzdłuż kierunku,
- dokładność pojedynczego odczytu ugięcia [mm] – najmniejsza różnica w ugięciu, jaką jest w stanie zarejestrować przyrząd pomiarowy. Dotyczy zarówno ugięcia maksymalnego, jak i czasy ugięć,

- c) obciążenie pomiarowe [kN] – obciążenie wykorzystane do pomiaru ugięcia podczas pomiaru. Ugięcie zarejestrowane dla obciążenia 40 kN powinno być ustandaryzowane do obciążenia nominalnego 50 kN za pomocą wzoru (4.1.6.1):

$$U_{S5} = \frac{5}{4} \cdot U_{S4} \quad (4.1.6.1)$$

gdzie:

$U_{S5}$  – ustandaryzowane ugięcie dla nominalnego obciążenia na koło bliźniacze, wynoszącego 50 kN,

$U_{S4}$  – ugięcie zarejestrowane przy obciążeniu na koło bliźniacze, wynoszącym 40 kN,

- d) nominalna nacisk jednostkowy opony na nawierzchnię [MPa] – średnica kołowej powierzchni, na jakiej podczas pomiaru przyłożone jest obciążenie,
- e) temperatura warstw asfaltowych  $T$  [°C] – temperatura pakietu warstw asfaltowych mierzona w połowie ich grubości w miejscu pomiaru ugięcia. Jeśli łączna grubość warstw asfaltowych jest większa od 24 cm, temperaturę należy mierzyć na głębokości 12 cm. Temperaturę w połowie warstw asfaltowych można wyznaczyć korzystając z tzw. równań BELLS,
- f) dokładność odczytu współrzędnych geograficznych [m] – dokładność, z jaką określone są współrzędne geograficzne skojarzone ze zdjęciami pasa drogowego,
- g) czas oddziaływania obciążenia [s] – maksymalny czas od momentu zatrzymania pojazdu w punkcie pomiarowym do momentu zjechania z punktu pomiarowego (faza obciążenia).

(2) Wartości liczbowe do wymagań dla pomiaru punktowego ugięć według ugięciomierza Benkelmana podano w tab. 4.1.6.1.

**Tab. 4.1.6.1. Wartości liczbowe do wymagań dla pomiaru punktowego ugięć według ugięciomierza Benkelmana**

Parametr	Jednostka	Wymagany zakres
Gęstość pomiarów	[m]	25
Dokładność pojedynczego odczytu ugięcia	[mm]	0,1
Obciążenie pomiarowe	[kN]	50 (40)
Nominalna nacisk jednostkowy opony na nawierzchnię	[MPa]	0,6
Temperatura warstw asfaltowych	[°C]	5-25
Dokładność lokalizacji współrzędnych geograficznych	[m]	≤1
Czas oddziaływania obciążenia	[s]	≤30

(3) Podczas pomiaru podłoże gruntowe nie może być zamrożone, a 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.

(4) Pomiaru nie należy wykonywać w miejscach występowania lokalnych ograniczeń np. na przejazdach kolejowych.

(5) Pomiar musi zostać wykonany przy świetle dziennym.

(6) 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.

(7) W przypadku punktowego pomiaru ugięć fotorejestracji kontrolnej nie wykonuje się.

#### 4.1.7. Wymagania jakościowe dla pomiaru ciągłego (TSD)

(1) W odniesieniu do pomiaru ugięć według FWD, ustala się następujące wymagania:

- a) gęstość pomiarów [m] – odległość między kolejnymi wartościami ugięcia maksymalnego wzdłuż kierunku przejazdu,

- b) dokładność pojedynczego odczytu ugięcia [ $\mu\text{m}$ ] – najmniejsza różnica w ugięciu, jaką jest w stanie zarejestrować przyrząd pomiarowy. Dotyczy zarówno ugięcia maksymalnego, jak i czasu ugięć,
- c) obciążenie pomiarowe [kN] – obciążenie osi naczepy TSD,
- d) temperatura warstw asfaltowych T [ $^{\circ}\text{C}$ ] – temperatura pakietu warstw asfaltowych mierzona w połowie ich grubości w miejscu pomiaru ugięcia. Jeśli łączna grubość warstw asfaltowych jest większa od 24 cm, temperaturę należy mierzyć na głębokości 12 cm. Temperaturę w połowie warstw asfaltowych można wyznaczyć korzystając z tzw. równań BELLS,
- e) dokładność odczytu współrzędnych geograficznych [m] – dokładność, z jaką określane są współrzędne GPS skojarzone ze zdjęciami pasa drogowego,
- f) gęstość pomiarów współrzędnych geograficznych [m] – odległość między kolejnymi pomiarami współrzędnych geograficznych.

(2) Wartości liczbowe do wymagań dla pomiaru ciągłego ugięć według TSD podano w tab. 4.1.7.1.

**Tab. 4.1.7.1. Wartości liczbowe do wymagań dla pomiaru ciągłego ugięć według TSD**

Parametr	Jednostka	Wymagany zakres
Gęstość pomiarów	[m]	1
Dokładność pojedynczego odczytu ugięcia	[ $\mu\text{m}$ ]	1
Obciążenie pomiarowe	[kN]	100
Temperatura warstw asfaltowych	[ $^{\circ}\text{C}$ ]	5-25
Dokładność lokalizacji współrzędnych geograficznych	[m]	$\leq 1$
Gęstość pomiarów współrzędnych geograficznych	[m]	10

(3) Podczas pomiaru podłoże gruntowe nie może być zamrożone, a 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.

(4) Pomiar musi zostać wykonany przy świetle dziennym, aby możliwa była kontrola warunków wykonania pomiaru,

(5) Zaleca się prowadzić pomiary z prędkością nie mniejszą niż 35 km/h i nie większą niż 80 km/h, optymalnie 60 km/h.

(6) 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.

(7) Ustala się również następujące wymagania jakościowe odnośnie fotorejestracji kontrolnej:

- a) fotorejestracja kontrolna ma być wykonana w kolorze, z kamery frontowej (widok do przodu). Zdjęcia należy wykonywać z krokiem 10 metrów,
- b) zakłada się, że widoczność na zdjęciu wynosi co najmniej 100 metrów. Należy mieć na uwadze, że jezdni zajmuje około 2/3 zdjęcia,
- c) fotorejestracja kontrolna musi pokazywać miejsce wykonania pomiaru ugięcia, wynikające z lokalizacji danych pomiarowych za pomocą współrzędnych geograficznych punktów określających tor przejazdu pojazdu pomiarowego,
- d) 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,
- e) 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),
- f) rozmiar zdjęć z fotorejestracji kontrolnej ma wynosić 1280 × 720 px,

- g) zdjęcia z fotorejestracji kontrolnej muszą zostać zanonimizowane (uniemożliwienie rozpoznania twarzy osób oraz numerów rejestracyjnych pojazdów poprzez „zamazanie” fragmentu zdjęcia).

#### 4.1.8. Procedury obliczania wielkości stanu

(1) Podstawowymi parametrami opisującymi nośność są ustandaryzowane ugięcie maksymalne  $D_0$  i ustandaryzowany wskaźnik krzywizny ugięcia  $SCI_{300}$  (równoważne ugięciu oraz wskaźnikowi krzywizny ugięcia otrzymanymi z urządzenia FWD).

(2) W wytycznych ustandaryzowane ugięcie maksymalne określone jest jako ugięcie maksymalne, a ustandaryzowany wskaźnik krzywizny ugięcia jako współczynnik krzywizny ugięcia.

(3) Dla wymienionych powyżej parametrów nośności w ramach diagnostyki obliczane są zarówno ich wielkości, jak i wartości stanu. W tab. 4.1.8.1 zestawiono parametry nośności.

**Tab. 4.1.8.1. Zestawienie parametrów nośności**

Parametr	Jednostka	Skrót	Wielkość	Wartość
ugięcie maksymalne	[ $\mu\text{m}$ ]	$D_0$	X	X
wskaźnik krzywizny ugięcia <sup>1)</sup>	[ $\mu\text{m}$ ]	$SCI_{300}$	X	X
ugięcie sprężyste	[mm]	$U_s$	X	X
współczynnik przenoszenia obciążeń <sup>2)</sup>	-	LTE	X	X

<sup>1)</sup> w przypadku nawierzchni asfaltowych,  
<sup>2)</sup> w przypadku nawierzchni betonowych.

(4) Poniżej opisany jest sposób wyznaczenia ugięcia maksymalnego  $D_{0FWD}$  dla danego odcinka diagnostycznego.  $D_{300FWD}$  wyznacza się analogicznie dla ugięcia zarejestrowanego w odległości 300 mm od punktu zrzutu obciążenia.

(5) Za wielkość ugięcia maksymalnego dla odcinka diagnostycznego przyjmuje się wartość ustandaryzowaną ugięcia maksymalnego w obrębie danego odcinka diagnostycznego zapisaną w danych elementarnych (wartość ustandaryzowana  $D_{0FWD}$  równoważna ugięciu otrzymanemu z aparatu FWD dla rekordu, dla którego odległość od ostatnio wykonanego pomiaru wynosi zero). W przypadku, gdy na dany odcinek diagnostyczny przypadły dwa pomiary lub więcej (pomiar ciągły), przyjmuje się ich średnią.

(6) W przypadku, gdy na dany odcinek diagnostyczny nie przypadł żaden pomiar, przyjmuje się najbliższy pomiar wykonany przed tym odcinkiem lub średnią z pomiarów wykonanych przed tym odcinkiem, o ile został wykonany nie dalej niż 25 metrów przed początkiem odcinka (patrząc w kierunku przejazdu). W danych elementarnych oznacza to wartość zapisaną w metrowym rekordzie razem z odległością od ostatnio wykonanego pomiaru nie większą niż 25 metrów.

(7) Na podstawie otrzymanych w ten sposób  $D_{0FWD}$  i  $D_{300FWD}$  obliczane jest  $SCI_{300FWD}$  dla odcinka diagnostycznego, według wzoru (4.1.8.1):

$$SCI_{300FWD} = D_{0FWD} - D_{300FWD} \quad (4.1.8.1)$$

(8) Ugięcie sprężyste, czyli odwracalne ( $U_s$ ), jest to wielkość zmierzonego w sposób umowny odprężenia uprzednio obciążonej nawierzchni po jej całkowitym odciążeniu. Wartość ugięcia sprężystego  $U_s$  oblicza się w [mm] według wzoru (4.1.8.2):

$$U_s = wz(C_0 - C) \quad (4.1.8.2)$$

gdzie:

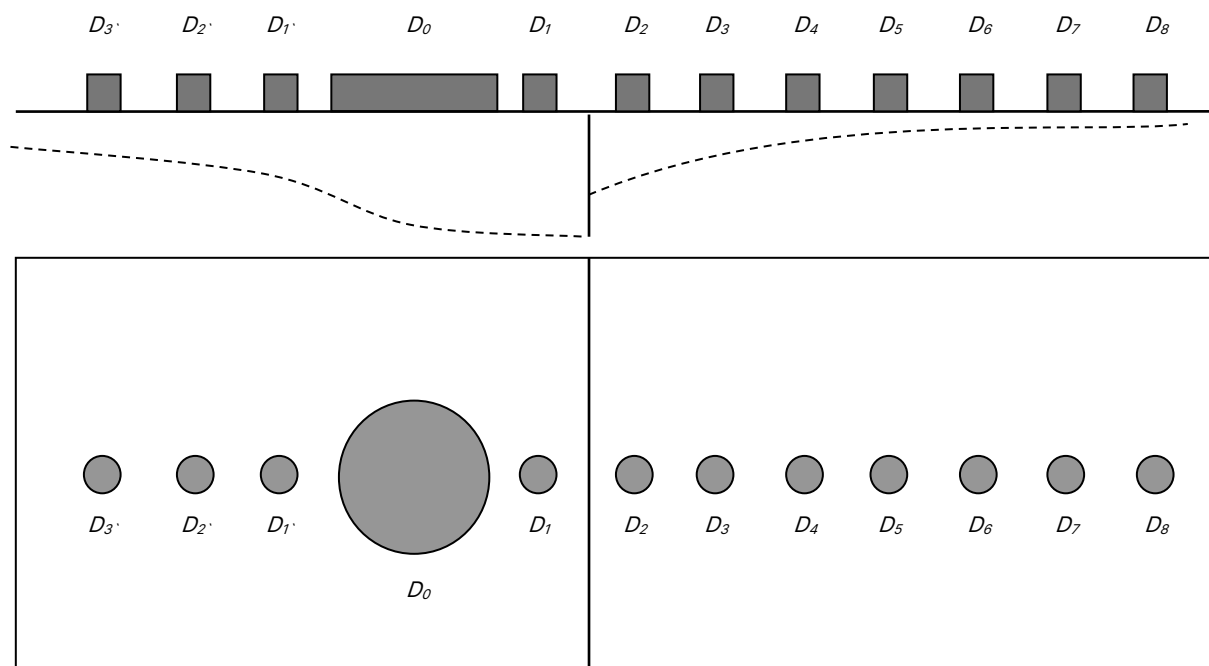
$C_0$  – pierwszy odczyt na czujniku (nawierzchnia obciążona),  
 $C$  – drugi odczyt na czujniku (nawierzchnia odciążona).

(9) Współczynnik przenoszenia obciążeń dla nawierzchni betonowych decyduje o warunkach pracy nawierzchni w obrębie szczelin. Jeżeli współpraca nie występuje, to w obrębie szczeliny może wystąpić pogorszenie cech eksploatacyjnych nawierzchni (w tym pogorszenie poziomu hałasu), a także zjawisko tzw. „reflective cracking”, czyli przekopiwania szczeliny do wyższych

warstw w przypadku wykonania wzmocnienia. Pożądanym efektem jest zbliżona wartość ugięć na obu krawędziach płyty, świadcząca o odpowiedniej nośności, zapewniająca odpowiedni transfer obciążenia pomiędzy płytami, a w konsekwencji dalszą trwałość.

(10) W celu zapewnienia odpowiedniej współpracy płyt stosuje się dyble, jednak w przypadku nawierzchni niedyblowanych współpraca jest także możliwa przy odpowiednim zazębieniu się płyt, odpowiedniej sztywności podłoża oraz grubości i stanu płyt. Sprawność współpracy płyt określa się jako współczynnik LTE. Aby nawierzchnia betonowa miała zapewnione odpowiednie warunki pracy w obrębie szczelin, współczynnik LTE nie powinien być mniejszy niż 0,8.

(11) Na rys. 4.1.8.1 przedstawiono schemat pomiaru współczynnika LTE.



Rys. 4.1.8.1. Schemat pomiaru współczynnika LTE

(12) Współczynnik LTE określa się ze wzoru:

$$\text{LTE} = \frac{D_2}{D_1} \quad (4.1.8.3)$$

gdzie:

$D_2$  – ugięcie pod geofonem 2, płyta nieobciążona,

$D_1$  – ugięcie pod geofonem 1, płyta obciążona.

## 4.2. Równość podłużna

### 4.2.1. Wprowadzenie

(1) Równość podłużna, a także uskoki płyt betonowych, są jedną z podstawowych cech nawierzchni, która określa w jakim stopniu geometria nawierzchni drogowej jest zbliżona z geometrią wymaganą (idealną).

(2) Równość podłużna wyraża zdolność drogi do niewzbudzenia drgań i wstrząsów poruszającego się pojazdu, co jest szczególnie ważne z punktu widzenia użytkownika pojazdu. Równość podłużna jest opisywana poprzez tzw. profil nierówności, czyli zbiór punktów wysokościowych. Profil podłużny stanowi przecięcie pomiędzy powierzchnią nawierzchni i konwencjonalną płaszczyzną odniesienia. Równość mierzona jest wzdłuż kierunku jazdy w zakresie długości fali 0,5-50,0 m.

## 4.2.2. Metodologia badań i technika pomiarowa

(1) Równość podłużna rejestrowana jest profilografami laserowymi, które zapisują ciąg próbek odzwierciedlających przebieg profilu podłużnego.

(2) Pomiaru równości podłużnej należy wykonywać przy pomocy pojazdów pomiarowych poruszających się w normalnym ruchu. Pomiaru równości podłużnej dokonuje się w śladzie prawego koła.

(3) 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.

(4) Pomiar profilu podłużnego wykonuje się na nawierzchniach asfaltowych i betonowych.

(5) 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 dalmierza do nawierzchni wzdłuż toru przejazdu, zarejestrowanych przez dalmierz na danym fragmencie przejechanej drogi. Kolejne odczytane wartości zapisywane są w geograficznych danych elementarnych.

(6) 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.

(7) 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:

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

(8) W przypadku, kiedy łącznie z pomiarem równości podłużnej nie jest wykonywana fotorejestracja korytarza drogi, 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.

## 4.2.3. Wymagania jakościowe dla pomiarów równości podłużnej

(1) Na potrzeby wytycznych, w odniesieniu do pomiaru równości podłużnej, ustala się następujące wymagania:

- a) gęstość pomiarów [m] – odległość między kolejnymi punktami wysokościowymi profilu wzdłuż kierunku przejazdu rejestrowanymi w pliku z danymi elementarnymi,
- b) dokładność pojedynczego pomiaru [mm] – najmniejsza różnica w wartości punktu wysokościowego profilu, jaką jest w stanie zarejestrować przyrząd pomiarowy,
- c) najmniejsza rejestrowana długość fali [m] – dolna granica zakresu długości fal (w rozumieniu analizy spektralnej profilu nierówności), dla którego zmierzony profil wiernie oddaje profil podłużny badanego odcinka jezdni,
- d) największa rejestrowana długość fali [m] – górna granica zakresu długości fal (w rozumieniu analizy spektralnej profilu nierówności), dla którego zmierzony profil wiernie oddaje profil podłużny badanego odcinka jezdni,
- e) dane rozbiegowe i pobiegowe [liczba odczytów] – liczba dodatkowych odczytów pobranych przed pierwszym odczytem należącym do mierzonego odcinka i po ostatnim odczycie 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,
- f) dokładność odczytu współrzędnych geograficznych [m] – dokładność, z jaką określone są współrzędne geograficzne skojarzone ze zdjęciami pasa drogowego,
- g) gęstość pomiarów współrzędnych geograficznych [m] – odległość między kolejnymi pomiarami współrzędnych geograficznych.

(2) Wartości liczbowe do wymagań dla pomiaru równości podłużnej podano w tab. 4.2.3.1.

**Tab. 4.2.3.1. Wartości liczbowe do wymagań dla pomiaru równości podłużnej**

Parametr	Jednostka	Wymagany zakres
Gęstość pomiarów	[m]	=0,1
Dokładność pojedynczego pomiaru	[mm]	≤1
Najmniejsza rejestrowana długość fali	[m]	=0,05
Największa rejestrowana długość fali	[m]	=100
Dane rozbiegowe i pobiegowe	[liczba odczytów]	1650-3000
Dokładność lokalizacji współrzędnych geograficznych	[m]	≤1
Gęstość pomiarów współrzędnych geograficznych	[m]	=10

(3) Z profilu będącego wynikiem pomiaru musi być odfiltrowany wpływ drgań pojazdu i czujnika pomiarowego.

(4) 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.

(5) Pomiar musi zostać wykonany przy świetle dziennym, aby możliwa była kontrola warunków wykonania pomiaru (fotorejestracja kontrolna).

(6) 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.

(7) Ustala się również następujące wymagania jakościowe odnośnie fotorejestracji kontrolnej:

- h) fotorejestracja kontrolna ma być wykonana w kolorze, z kamery frontowej (widok do przodu). Zdjęcia należy wykonywać z krokiem co 10 metrów,
- i) zakłada się, że widoczność na zdjęciu wynosi co najmniej 100 metrów. Należy mieć na uwadze, że jezdni zajmuje około 2/3 zdjęcia,
- j) 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),
- k) 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,
- l) 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). Dopuszcza się pojedyncze zdjęcia niespełniające tego wymagania,
- m) rozmiar zdjęć z fotorejestracji kontrolnej ma wynosić 1280 × 720 px,
- n) zdjęcia z fotorejestracji kontrolnej muszą zostać zanonimizowane (uniemożliwienie rozpoznania twarzy osób oraz numerów rejestracyjnych pojazdów poprzez „zamazanie” fragmentu zdjęcia).

#### 4.2.4. Procedury obliczania wielkości stanu

- (1) Parametry opisujące równość podłużną można podzielić na 2 kategorie:
- a) parametry opisujące oddziaływanie nierówności na pojazd (np. IRI),
  - b) parametry statystyczne (PGR\_AVG, PGR\_MAX).

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

- a) symulacja planografu – wartość średnia PGR\_AVG (wskaźnik równości bazujący na symulacji pomiaru nierówności za pomocą planografu, belką pomiarową o długości 4 m),
- b) symulacja planografu – wartość maksymalna PGR\_MAX.

(3) Dla wymienionych powyżej parametrów równości podłużnej w ramach diagnostyki obliczane są zarówno ich wielkości, jak i wartości stanu. W tab. 4.2.4.1 zestawiono parametry równości podłużnej.

**Tab. 4.2.4.1. Parametry równości podłużnej**

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

### 4.2.5. Międzynarodowy wskaźnik równości (IRI)

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

(2) 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.

(3) 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.

(4) 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.

(5) 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.

(6) Warto podkreślić jest, że IRI nie jest miarą kształtu danej nierówności nawierzchni, lecz oceną wielkości jej oddziaływania na jadący pojazd.

### 4.2.6. Symulacja planografu (PGR\_AVG i PGR\_MAX)

(1) Parametry PGR\_AVG i PGR\_MAX odzwierciedlają pomiar prześwitu pod łątą 4 metrową.

(2) 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 (rys. 4.2.6.1).

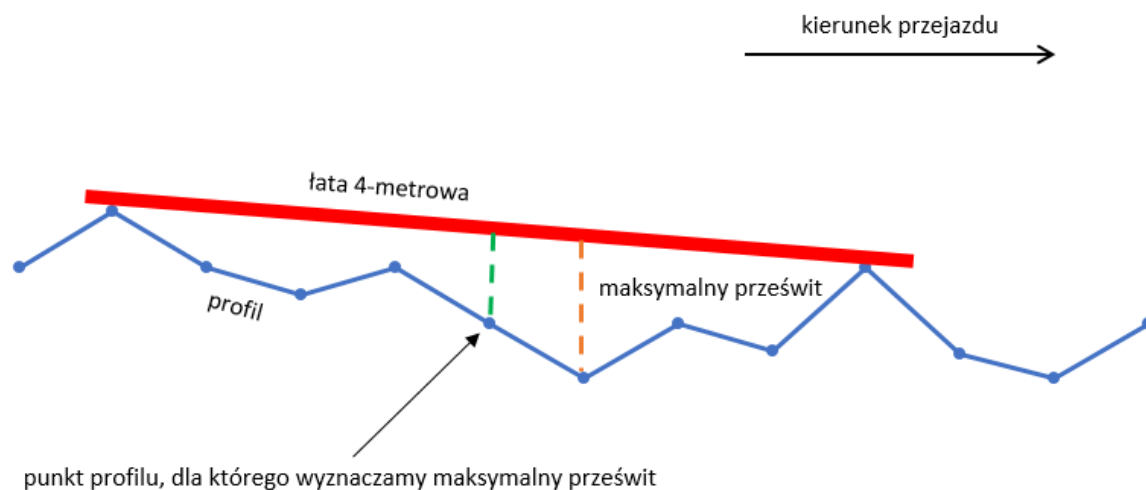
(3) Dla każdego punktu profilu oblicza się maksymalny prześwit pod 4 metrową łątą położoną centralnie nad tym punktem profilu.

(4) Dla takiego położenia łąty należy wyznaczyć 2 punkty podparcia łąty oraz wyznaczyć maksymalną odległość od łąty do profilu.



(5) Z ciągu prześwitów obliczonych dla całego odcinka diagnostycznego oblicza się maksimum (PGR\_MAX) i średnią (PGR\_AVG).

(6) Rys. 4.2.6.1 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).



Rys. 4.2.6.1. Zasada obliczania prześwitu dla symulacji

## 4.3. Równość poprzeczna

### 4.3.1. Wprowadzenie

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

(2) 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.

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

(4) W niniejszym rozdziale 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 odchyień, itp. W kampanii diagnostycznej muszą być spełnione wszystkie wymienione w niniejszym dokumencie wymagania.

### 4.3.2. Metodologia badań i technika pomiarowa

(1) Równość rejestrowana jest profilografami lub laserowymi skanerami rotacyjnymi.

(2) W profilografii laserowej 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.

(3) W odróżnieniu od profilografów laserowych, laserowe skanery rotacyjne dostarczają danych o równości poprzecznej z bardzo dużą rozdzielnością.

(4) Z tak zarejestrowanego profilu poprzecznego wybiera się punkty wysokościowe profilu poprzecznego z rozdzielczością dopasowaną do aktualnych potrzeb.

(5) 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.

(6) 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.

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

(8) Jeżeli zarządca drogi 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.

(9) Pomiar profilu podłużnego wykonuje się na nawierzchniach asfaltowych i betonowych.

(10) 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.

(11) 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.

(12) 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:

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

(13) W przypadku, kiedy łącznie z pomiarem równości poprzecznej nie jest wykonywana fotorejestracja korytarza drogi, 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.

### 4.3.3. Wymagania jakościowe dla pomiarów równości poprzecznej

(1) Na potrzeby wytycznych, w odniesieniu do pomiaru równości poprzecznej, ustala się następujące wymagania:

- a) gęstość pomiarów [m] – odległość między kolejnymi, rejestrowanymi w pliku z danymi elementarnymi, profilami poprzecznymi wzdłuż kierunku przejazdu,
- b) 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”,
- c) 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 wyznaczony 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,

- d) 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,
- e) 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,
- f) 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,
- g) dokładność określenia odstępu pomiędzy punktami odczytu [mm] – dotyczy dokładności, z jaką określana jest odległość pomiędzy dwoma sąsiednimi odczytami. Odległość określana jest na płaszczyźnie jezdni,
- h) dokładność odczytu współrzędnych geograficznych [m] – dokładność, z jaką określone są współrzędne geograficzne skojarzone ze zdjęciami pasa drogowego,
- i) gęstość pomiarów współrzędnych geograficznych [m] – odległość między kolejnymi pomiarami współrzędnych geograficznych.

(2) Wartości liczbowe do wymagań dla pomiaru równości poprzecznej podano w tab. 4.3.3.1.

**Tab. 4.3.3.1. Wartości liczbowe do wymagań dla pomiaru równości poprzecznej**

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

(3) Uzyskane pojedyncze profile równości poprzecznej muszą umożliwić obliczenie pochylenia poprzecznego pasa ruchu za pomocą regresji liniowej punktów wysokościowych profilu poprzecznego.

(4) Z profilu będącego wynikiem pomiaru musi być odfiltrowany wpływ drgań pojazdu.

(5) Wykonawca pomiarów zobowiązany jest do usunięcia odczytów (ograniczenie zakresu profilu poprzecznego) uwzględniających pomiar na krawężnikach i poboczach oraz wychodzących na przeciwny pas ruchu.

(6) 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.

(7) Pomiar musi zostać wykonany przy świetle dziennym, aby możliwa była kontrola warunków wykonania pomiaru (fotorejestracja kontrolna).

(8) 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.

(9) Ustala się również następujące wymagania jakościowe odnośnie fotorejestracji kontrolnej:

- a) ma być wykonana w kolorze, z kamery frontowej (widok do przodu). Zdjęcia należy wykonywać z krokiem co 10 metrów,
- b) zakłada się, że widoczność na zdjęciu wynosi co najmniej 100 metrów. Należy mieć na uwadze, że jezdni zajmuje około 2/3 zdjęcia,
- c) 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),
- d) 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,
- e) 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). Dopuszcza się pojedyncze zdjęcia niespełniające tego wymagania.
- f) rozmiar zdjęć z fotorejestracji kontrolnej ma wynosić 1280 × 720 px,
- g) zdjęcia z fotorejestracji kontrolnej muszą zostać zanonimizowane (uniemożliwienie rozpoznania twarzy osób oraz numerów rejestracyjnych pojazdów poprzez „zamazanie” fragmentu zdjęcia).

#### 4.3.4. Procedury obliczania wielkości stanu

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

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

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

(3) 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.

(4) Ponadto są obliczane wielkości następujących parametrów uzupełniających:

- 1) średnia głębokość koleiny lewej GK\_L,
- 2) średnia głębokość koleiny prawej GK\_P,
- 3) średnia teoretyczna głębokość wody w koleinie lewej GW\_L,
- 4) średnia teoretyczna głębokość wody w koleinie prawej GW\_P.

(5) Dla tych uzupełniających parametrów równości poprzecznej są obliczane wyłącznie wielkości.

(6) W tab. 4.3.4.1 zestawiono parametry równości poprzecznej.

**Tab. 4.3.4.1. Parametry równości poprzecznej**

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

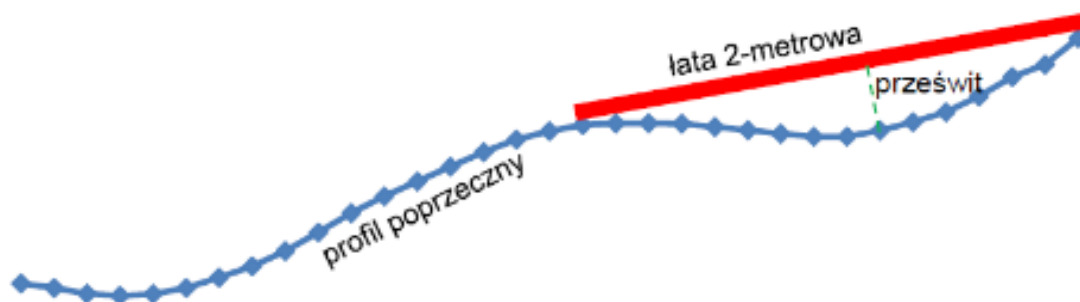
### 4.3.5. Średnia głębokość koleiny (GK)

(1) Głębokość koleiny oblicza się przez symulację przyłożenia łąty 2 metrowej do profili poprzecznych. Podstawą obliczeń jest profil poprzeczny zapisany dla danego metra bieżącego pomiaru w metrowym rekordzie danych elementarnych (rys. 4.3.5.1).

(2) Dla każdego profilu poprzecznego oblicza się głębokość lewej i prawej koleiny jako największy prześwit pod łątą. Prawa koleina odpowiada prześwitom uzyskanym przy łacie o środku umieszczonym na prawo od linii odniesienia (umiejscowionej centralnie pomiędzy śladami kół), lewa koleina – na lewo. Określenia „prawa” i „lewa” odnoszą się tutaj do kierunku przejazdu.

(3) Uśredniając wielkości prześwitów na odcinku diagnostycznym otrzymujemy dwa parametry:  
a) GK\_L – średnią głębokość koleiny lewej,  
b) GK\_P – średnią głębokość koleiny prawej.

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



**Rys. 4.3.5.1. Wyznaczanie głębokości prawej koleiny w jednym przekroju poprzecznym poprzez pomiar prześwitu pod łątą dwumetrową**

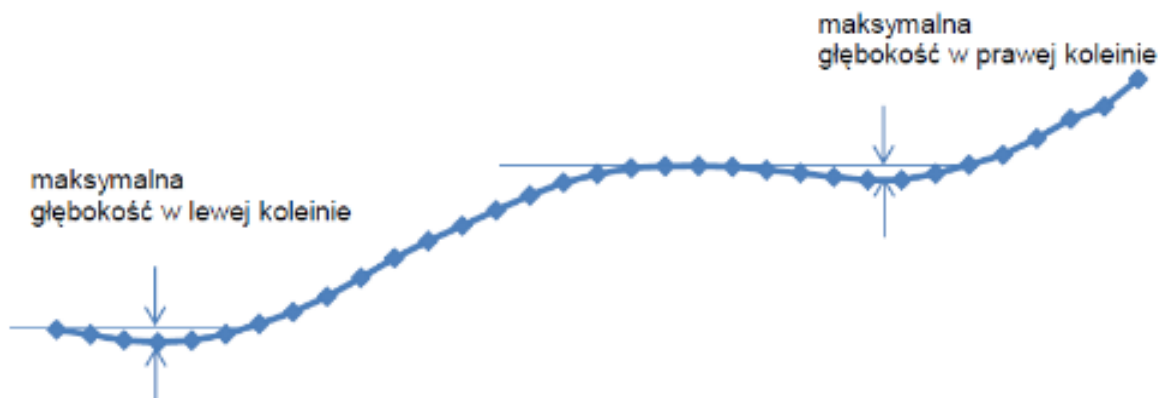
### 4.3.6. Średnia teoretyczna głębokość wody w koleinie (GW)

(1) Średnią teoretyczną głębokość wody w koleinie oblicza się przez symulację zbierania się wody na podstawie geometrii profili poprzecznych (rys. 4.3.6.1).

(2) 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.

(3) Uśredniając maksymalne głębokości na odcinku diagnostycznym otrzymujemy dwa parametry:  
a) GW\_L – średnią teoretyczną głębokość wody w koleinie lewej,

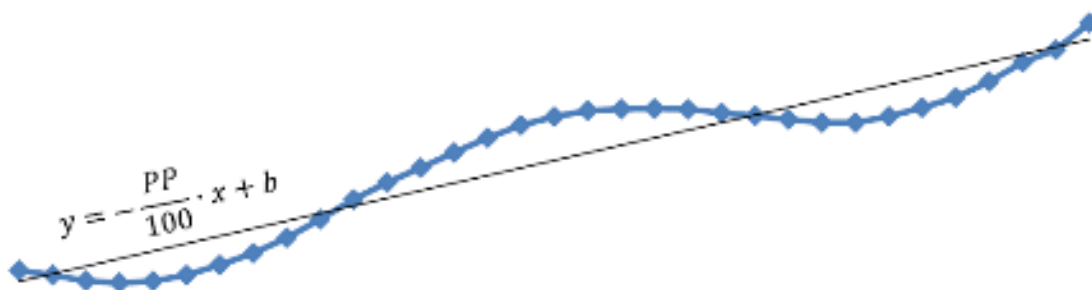
- b) GW<sub>P</sub> – średnią teoretyczną głębokość wody w koleinie prawej.
- (4) GW jest obliczane jako maksimum tych dwóch wartości na odcinku diagnostycznym.



Rys. 4.3.6.1. Zasada obliczania maksymalnych głębokości wody dla pojedynczego przekroju poprzecznego

### 4.3.7. Pochylenie poprzeczne (PP)

- (1) Pochylenie poprzeczne jest obliczane jako nachylenie prostej regresji dopasowanej do punktów wyznaczających profil poprzeczny względem poziomej linii odniesienia (rys. 4.3.7.1).
- (2) Dla pochylenia w prawą stronę przyjmuje się wartości dodatnie. Określenie „prawa” odnosi się tutaj do kierunku narastania pikietażu.
- (3) Pochylenie poprzeczne obliczane jest w procentach. Pochylenie poprzeczne wylicza się jedynie w przypadku pomiarów wykonanych z belką z równomiernie rozmieszczonymi czujnikami pomiarowymi.



Rys. 4.1.1.3.7.1 Schematyczna ilustracja obliczania pochylenia poprzecznego

## 4.4. Właściwości przeciwpoślizgowe

### 4.4.1. Wprowadzenie

- (1) Właściwości przeciwpoślizgowe są jedną z podstawowych cech nawierzchni, która w odczuciu użytkownika drogi wyraża jej zdolność do przenoszenia sił statycznych (pryczepności) między kołem poruszającego się pojazdu a nawierzchnią jezdni.
- (2) Mając na uwadze bezpieczeństwo użytkowników dróg, od nawierzchni drogowej oczekuje się, by oprócz nośności adekwatnej do założonej kategorii ruchu pojazdów oraz równości, która zapewnia wymagany komfort jazdy, gwarantowała ona również utrzymanie pożądanej trajektorii jazdy i wpływała pozytywnie na skrócenie drogi hamowania. Badania wyraźnie wskazują na wzrost wypadkowości na nawierzchniach, które nie spełniają określonych wymogów dotyczących właściwości przeciwpoślizgowych.

(3) Właściwości przeciwpoślizgowe nawierzchni są opisywane przez współczynnik tarcia. Współczynnik tarcia określany jest na podstawie stosunku wypadkowej siły tarcia wytwarzanych między hamowanym kołem urządzenia pomiarowego a nawierzchnią drogi do nacisku koła na drogę.

(4) Wartości współczynnika tarcia należy wyznaczać na podstawie pomiarów urządzeniem SRT-3 lub równoważnym w prawym lub w lewym śladzie kół. Pomiar wykonuje się z pełną (100%) blokadą koła pomiarowego z oponą testową, przy temperaturze otoczenia 5-30°C, na czystej nawierzchni, zwilżanej wodą w ilości 0,5 l/m<sup>2</sup>.

(5) Makrotekstura nawierzchni jest cechą eksploatacyjną nawierzchni określającą odchylenie powierzchni nawierzchni od idealnie płaskiej powierzchni w zakresie długości fali od 0,5 do 50,0 mm. Makrotekstura nawierzchni charakteryzuje zdolność nawierzchni do odprowadzania wody spod opon pojazdów podczas deszczu oraz odgrywa ważną rolę podczas kontaktu opony z nawierzchnią (właściwości przeciwpoślizgowe, opory toczenia, hałas). Poziom makrotekstury może również stanowić jeden ze wskaźników aktualnego stanu powierzchni warstwy ścieralnej nawierzchni spowodowanego np. ubytkami ziaren lub lepiszcza, segregacją kruszywa itp.

(6) Makroteksturę nawierzchni określa się metodą profilometryczną zgodnie z procedurą prezentowaną w DSN.

#### 4.4.2. Metodologia badań i technika pomiarowa

(1) Istnieje wiele metod pomiarowych badania właściwości przeciwpoślizgowych, w wytycznych określono możliwość stosowania urządzeń typu SRT-3 (pomiar punktowy) lub typu TWO (pomiar ciągły). Wytyczne w zakresie badania właściwości przeciwpoślizgowych nie wymagają zachowania korelacji pomiędzy metodami pomiarowymi. Zarządca drogi wskaże metodę wykonywania pomiarów. Pomiary właściwości przeciwpoślizgowych należy wykonywać za pomocą pojazdów poruszających się w normalnym ruchu. Jeżeli zarządca drogi 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.

(2) Pomiar właściwości przeciwpoślizgowych wykonuje się na nawierzchniach asfaltowych i betonowych.

(3) Wynikiem pomiaru na poziomie danych elementarnych jest współczynnik tarcia określany jako stosunek siły tarcia występującej podczas ciągnięcia w pełni (urządzeniem SRT-3) lub częściowo (urządzeniem TWO) zablokowanego koła po nawierzchni do ustalonej siły dociskającej.

(4) 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:

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

(5) W przypadku, kiedy łącznie z pomiarem właściwości przeciwpoślizgowych nie jest wykonywana fotorejestracja korytarza drogi, to w ramach pomiarów właściwości przeciwpoślizgowych wykonuje się fotorejestrację kontrolną, 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.

#### 4.4.3. Pomiar punktowy SRT-3

(1) Do wykonywania badań punktowych właściwości przeciwpoślizgowych nawierzchni drogowych należy stosować zestaw pomiarowy SRT-3. Właściwości przeciwpoślizgowe nawierzchni określone są współczynnikiem tarcia. Pomiar wykonuje się przy pełnej (100%) blokadzie koła z oponą pomiarową, przy temperaturze otoczenia od 5°C do 30°C, na czystej nawierzchni w warunkach normalnej eksploatacji, zwilżanej wodą w ilości 0,5 l/m<sup>2</sup>. Uzyskane wartości współczynnika tarcia rejestruje się z dokładnością do dwóch miejsc po przecinku.

(2) W badaniach współczynnika tarcia należy stosować oponę zalecaną przez World Road Association PIARC: oponę rowkowaną („ribbed tyre”) rozmiaru 165 R 15. Dopuszcza się stosowanie innej niż wymagana opona jedynie po uzgodnieniu z zamawiającym. Wykonawca pomiarów zobowiązany jest do podania zarządcy drogi przelicznika normującego uzyskane wyniki do opony referencyjnej.

(3) Pomiar urządzeniem SRT-3 ma się odbywać w śladzie prawego koła. Jeżeli z przyczyn praktycznych nie jest możliwe wykonanie pomiaru w śladzie prawego koła (np. wąska droga, brak utwardzonego pobocza), to dopuszczane jest wykonanie pomiaru urządzeniem SRT-3 w śladzie lewego koła.

#### 4.4.4. Pomiar ciągły TWO

(1) Do wykonywania badań ciągłych właściwości przeciwpoślizgowych nawierzchni drogowych należy stosować zestaw pomiarowy TWO (Traction Watcher One).

(2) Właściwości przeciwpoślizgowe nawierzchni określane są współczynnikiem tarcia. Wartości współczynnika tarcia należy wyznaczać na podstawie pomiarów wyłącznie w prawym śladzie koła. Pomiar wykonuje się z niepełną (17,8%) blokadą koła z oponą pomiarową bezbieżnikową, przy temperaturze otoczenia od 5°C do 30°C, na czystej nawierzchni w warunkach normalnej eksploatacji, zwilżanej wodą w ilości 0,5 mm grubości filmu wodnego pod kołem pomiarowym. Uzyskane wartości współczynnika tarcia rejestruje się z dokładnością do dwóch miejsc po przecinku.

(3) Wyniki pomiarów właściwości przeciwpoślizgowych należy uśrednić korzystając z metody okna kroczącego o długości 10 m. W badaniach współczynnika tarcia urządzeniem TWO należy stosować oponę zalecaną przez World Road Association PIARC bezbieżnikową o wymiarach 4.00 × 8 zgodnych z normą [2]. Dopuszcza się stosowanie innej niż wymagana opona jedynie po uzgodnieniu z zarządcą drogi. Wykonawca pomiarów zobowiązany jest do podania zamawiającemu przelicznika normującego uzyskane wyniki do opony referencyjnej.

#### 4.4.5. Wymagania jakościowe dla pomiaru punktowego SRT-3

(1) W odniesieniu do pomiaru właściwości przeciwpoślizgowych według SRT-3, ustala się następujące wymagania:

- a) gęstość pomiarów [m] – odległość między kolejnymi odczytami wzdłuż kierunku przejazdu,
- b) prędkość wymagana [km/h] – prędkość, jaką musi utrzymywać pojazd podczas wykonywania pomiaru. Obszar zabudowany ograniczony jest białymi tablicami (znaki D-42 i D-43),
- c) dokładność lokalizacji współrzędnych geograficznych [m] – dokładność, z jaką określane są współrzędne geograficzne skojarzone ze zdjęciami pasa drogowego,
- d) gęstość pomiarów współrzędnych geograficznych [m] – odległość między kolejnymi pomiarami współrzędnych geograficznych.

(2) W tab. 4.4.5.1 zestawiono wartości liczbowe do wymagań dla pomiaru punktowego współczynnika tarcia.

**Tab. 4.4.5.1. Wartości liczbowe do wymagań dla pomiaru punktowego współczynnika tarcia**

Parametr	Jednostka	Wymagany zakres
Gęstość pomiarów	[m]	≤100
Prędkość:		
• w obszarze niezabudowanym	[km/h]	=60 ±5
• w obszarze zabudowanym		=30 ±5
Dokładność lokalizacji współrzędnych geograficznych	[m]	≤1
Gęstość pomiarów współrzędnych geograficznych	[-]	Pomiar współrzędnych geograficznych wykonuje się dla każdego punktu pomiarowego



(3) Podczas pomiaru powierzchnia jezdni musi być czysta. 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.

(4) Pomiar musi zostać wykonany przy świetle dziennym, aby możliwa była kontrola warunków wykonania pomiaru (fotorejestracja kontrolna).

(5) 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.

(6) Ustala się również następujące wymagania jakościowe odnośnie fotorejestracji kontrolnej w przypadku pomiaru punktowego (SRT-3):

- a) fotorejestracja kontrolna ma być wykonana w kolorze,
- b) fotorejestrację kontrolną wykonuje się kamerą skierowaną na urządzenie pomiarowe. Zdjęcie z fotorejestracji kontrolnej powinno pokazywać urządzenie pomiarowe oraz jego otoczenie w trakcie wykonywania pomiaru (tj. jezdnię, pobocze, horyzont),
- c) fotorejestracja kontrolna musi pokazywać miejsce wykonania pomiaru właściwości przeciwpoślizgowych, wynikające z lokalizacji danych pomiarowych za pomocą współrzędnych geograficznych punktów określających tor przejazdu pojazdu pomiarowego,
- d) 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,
- e) 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). Dopuszcza się pojedyncze zdjęcia niespełniające wymagania,
- f) rozmiar zdjęć z fotorejestracji kontrolnej ma wynosić 1280 × 720 px,
- g) zdjęcia z fotorejestracji kontrolnej muszą zostać zanonimizowane (uniemożliwienie rozpoznania twarzy osób oraz numerów rejestracyjnych pojazdów poprzez „zamazanie” fragmentu zdjęcia).

#### 4.4.6. Wymagania jakościowe dla pomiaru ciągłego TWO

(1) W odniesieniu do pomiaru właściwości przeciwpoślizgowych według TWO, ustala się następujące wymagania:

- a) gęstość pomiarów [m] – odległość między kolejnymi odczytami wzdłuż kierunku przejazdu,
- b) prędkość wymagana [km/h] – prędkość, jaką musi utrzymywać pojazd podczas wykonywania pomiaru. Obszar zabudowany ograniczony jest białymi tablicami (znaki D-42 i D-43),
- c) dokładność lokalizacji współrzędnych geograficznych [m] – dokładność, z jaką określane są współrzędne geograficzne skojarzone ze zdjęciami pasa drogowego,
- d) gęstość pomiarów współrzędnych geograficznych [m] – odległość między kolejnymi pomiarami współrzędnych geograficznych.

(2) W tab. 4.4.6.1 zestawiono wartości liczbowe do wymagań dla pomiaru ciągłego współczynnika tarcia.

**Tab. 4.4.6.1. Wartości liczbowe do wymagań dla pomiaru ciągłego współczynnika tarcia**

Parametr	Jednostka	Wymagany zakres
Gęstość pomiarów	[m]	=10
Prędkość: <ul style="list-style-type: none"> <li>w obszarze niezabudowanym</li> <li>w obszarze zabudowanym</li> </ul>	[km/h]	=60 ±5 =30 ±5
Dokładność lokalizacji współrzędnych geograficznych	[m]	≤1
Gęstość pomiarów współrzędnych geograficznych	[m]	=10

(3) Podczas pomiaru powierzchnia jezdni musi być czysta. 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.

(4) Pomiar musi zostać wykonany przy świetle dziennym, aby możliwa była kontrola warunków wykonania pomiaru (fotorejestracja kontrolna).

(5) 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.

(6) Ustala się również następujące wymagania jakościowe odnośnie fotorejestracji kontrolnej w przypadku pomiaru ciągłego (TWO):

- fotorejestracja kontrolna ma być wykonana w kolorze, z kamery frontowej (widok do przodu). Zdjęcia należy wykonywać z krokiem 10 metrów,
- Zakłada się, że widoczność na zdjęciu wynosi co najmniej 100 metrów. Należy mieć na uwadze, że jezdni zajmuje około 2/3 zdjęcia,
- fotorejestracja kontrolna musi pokazywać miejsce wykonania pomiaru właściwości przeciwpoślizgowych, 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),
- 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,
- 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). Dopuszcza się pojedyncze zdjęcia niespełniające wymagania,
- rozmiar zdjęć z fotorejestracji kontrolnej ma wynosić 1280 × 720 px,
- zdjęcia z fotorejestracji kontrolnej muszą zostać zanonimizowane (uniemożliwienie rozpoznania twarzy osób oraz numerów rejestracyjnych pojazdów poprzez „zamazanie” fragmentu zdjęcia).

#### 4.4.7. Procedury obliczania wielkości stanu

(1) Podstawowym parametrem opisującym właściwości przeciwpoślizgowe jest współczynnik tarcia, dla którego w ramach diagnostyki obliczane są zarówno ich wielkości, jak i wartości stanu.

(2) W tab. 4.4.7.1 zestawiono parametry cech przeciwpoślizgowych.

**Tab. 4.4.7.1. Parametry cech przeciwpoślizgowych**

Parametr	Jednostka	Skrót	Wielkość	Wartość
współczynnik tarcia	-	WT	X	X

(3) W przypadku pomiarów punktowych urządzeniem SRT-3 za wielkość współczynnika tarcia dla odcinka diagnostycznego przyjmuje się wartość zmierzoną w obrębie danego odcinka diagnostycznego, zapisaną w danych elementarnych (wartość WT dla rekordu, dla którego odległość od ostatnio wykonanego pomiaru wynosi zero). W przypadku, gdy na dany odcinek diagnostyczny przypadły dwa lub więcej pomiarów, przyjmuje się ich średnią. W przypadku, gdy na dany odcinek diagnostyczny nie przypadł żaden pomiar, przyjmuje się najbliższy pomiar wykonany przed tym odcinkiem, o ile został wykonany nie dalej jak 25 m przed początkiem odcinka (patrzac w kierunku przejazdu). W danych elementarnych oznacza to wartość zapisaną w metrowym rekordzie razem z odległością od ostatnio wykonanego pomiaru nie większą niż 25 m.

(4) W przypadku pomiarów ciągłych urządzeniem TWO zmierzone i zapiane w danych elementarnych wartości współczynnika tarcia należy uśrednić dla długości odcinka diagnostycznego.

## 4.5. Cechy powierzchniowe

### 4.5.1. Wprowadzenie

(1) Podczas gdy takie cechy nawierzchni, jak: równość, właściwości przeciwpoślizgowe i nośność są określane w wyniku pomiarów oraz obliczane zgodnie z ustalonymi algorytmami, opis cech powierzchniowych 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.

(2) Cechy powierzchniowe oznaczane są na podstawie inwentaryzacji uszkodzeń nawierzchni, prowadzonej na całej długości odcinka pomiarowego. Na pasie ruchu rejestruje się pęknięcia siatkowe, pęknięcia pojedyncze (w tym pęknięcia podłużne i pęknięcia poprzeczne), łaty, wyboje oraz ubytki ziaren lub lepiszcza. Na podstawie zakresu i stopnia szkodliwości poszczególnych uszkodzeń, obliczane są wskaźniki: stanu spękań oraz stanu powierzchni.

(3) Stan spękań: cecha górnych warstw konstrukcyjnych nawierzchni, charakteryzująca stopień ich nieciągłości, stanowiąca przesłankę do określenia utraty nośności nawierzchni. Stan powierzchni: cecha nawierzchni charakteryzująca spójność tworzywa warstwy ścieralnej nawierzchni.

(4) Identyfikuje się następujące uszkodzenia nawierzchni:

- a) pęknięcia siatkowe,
- b) pęknięcia pojedyncze – podłużne, w tym uszkodzenia krawędzi,
- c) pęknięcia pojedyncze – poprzeczne,
- d) łaty,
- e) wyboje,
- f) ubytki ziaren.

### 4.5.2. Metodologia badań i technika pomiarowa

(1) Pierwszym etapem identyfikacji cech powierzchniowych jest fotograficzna rejestracja nawierzchni jezdni. 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. umożliwić rozpoznanie spękań o szerokości do 1 mm. Dla każdego fragmentu drogi, objętego zdjęciem nawierzchni jest ponadto wymagane zdjęcie pasa drogowego.

(2) Na podstawie dokumentacji fotograficznej dokonuje się identyfikacji cech powierzchniowych. 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 asfaltowych segment ma wielkość 1 m × 1/3 szerokości pasa ruchu (czyli powierzchnię ok. 1 m<sup>2</sup>).

(3) 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.

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

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

(6) 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.

(7) 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:

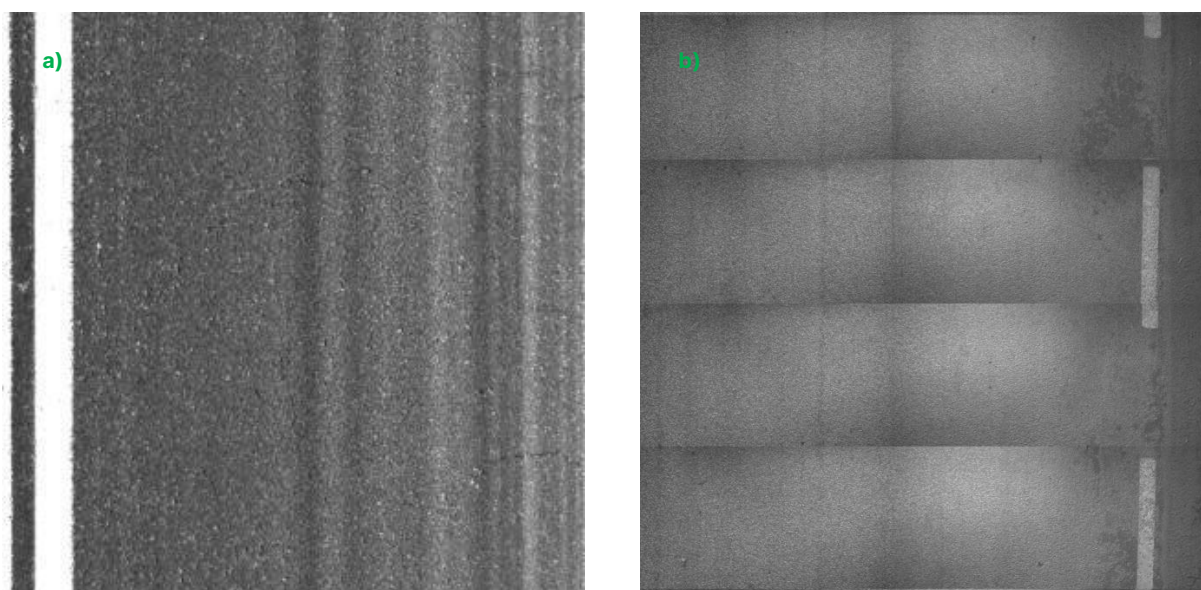
- a) dane określające system pomiarowy,
- b) dane określające podmiot odpowiedzialny za produkcję systemu pomiarowego,
- c) przyporządkowanie pomiaru do kampanii pomiarowej,
- d) czas i data wykonania pomiaru.

### 4.5.3. Fotorejestracja cech powierzchniowych

(1) Fotorejestracja cech powierzchniowych jest etapem, 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:

- a) kamera powierzchniowa, rejestrująca zdjęcia powierzchni,
- b) kamera frontowa, rejestrująca zdjęcia pasa drogowego wzdłuż kierunku przejazdu.

(2) Kamera powierzchniowa wykonuje zdjęcia wysokiej rozdzielczości przedstawiające wyłącznie nawierzchnię jezdni prostopadle od góry. Przykładowy wycinek zdjęcia powierzchni zarejestrowany przy użyciu kamery liniowej przedstawiono na rys. 4.5.3.1a. Przykładowy wycinek zdjęcia powierzchni zarejestrowany przy wykorzystaniu systemu dwóch kamer powierzchniowych przedstawiono na rys. 4.5.3.1b.



Rys. 4.5.3.1. Przykładowe zdjęcie powierzchni wykonane: a) kamerą liniową; b) systemem złożonym z dwóch kamer powierzchniowych

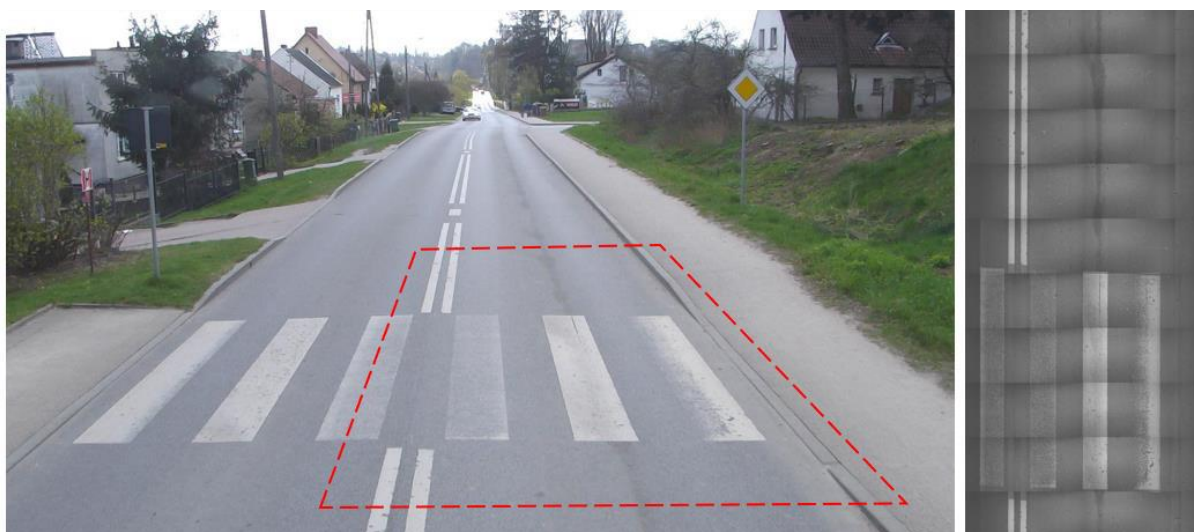
(3) Widoczna na zdjęciu „siatka” powstaje w wyniku sklejenia pojedynczych zdjęć wykonanych przez każdą z kamer wchodzących w skład systemu pomiarowego. Zdjęcie powierzchni przedstawia 10 kolejnych metrów pasa ruchu i obejmuje wszerz cały pas ruchu. Zdjęcie powierzchni zorientowane jest tak, że pojazd pomiarowy przejeżdża wzdłuż jego pionowej krawędzi z dołu na górę.

(4) Kamera frontowa rejestruje zdjęcie pasa drogowego wzdłuż kierunku przejazdu. Przykładowe zdjęcie zarejestrowane przez kamerę frontową przedstawiono na rys. 4.5.3.2. Zdjęcia z fotor rejestracji pasa drogowego muszą zostać zanonimizowane (uniemożliwienie rozpoznania twarzy osób oraz numerów rejestracyjnych pojazdów poprzez „zamazanie” fragmentu zdjęcia).



Rys. 4.5.3.2. Przykładowe zdjęcie pasa drogowego wykonane kamerą frontową

(5) 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 rys. 4.5.3.3.



Rys. 4.5.3.3. Prawidłowe zsynchronizowanie zdjęcia powierzchniowego i frontowego

#### 4.5.4. Zasady identyfikacji cech powierzchniowych

(1) Identyfikacja cech powierzchniowych polega na kodowaniu w geograficznych danych elementarnych 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.

(2) 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.

(3) Dla każdego metra bieżącego pomiaru należy określić rodzaj nawierzchni:

- a) asfaltowa,
- b) betonowa,
- c) innego rodzaju.

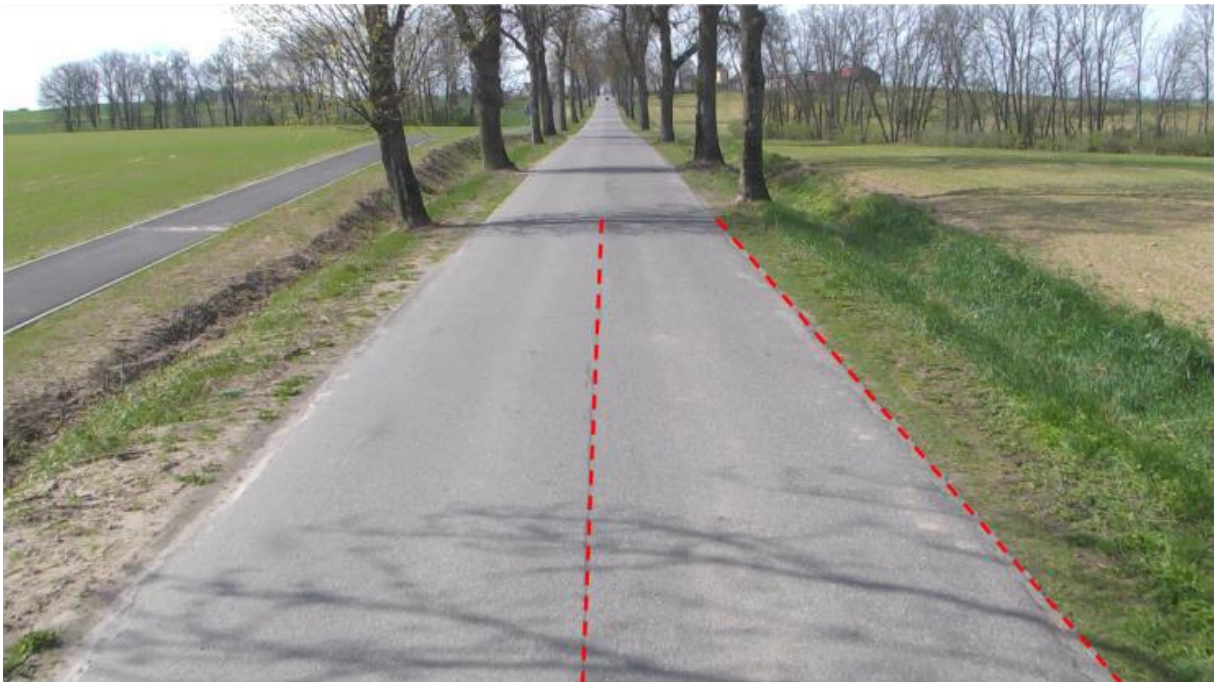
(4) Rodzaj nawierzchni zapisuje się w pliku z danymi elementarnymi.

(5) 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 (rys. 4.5.4.1).



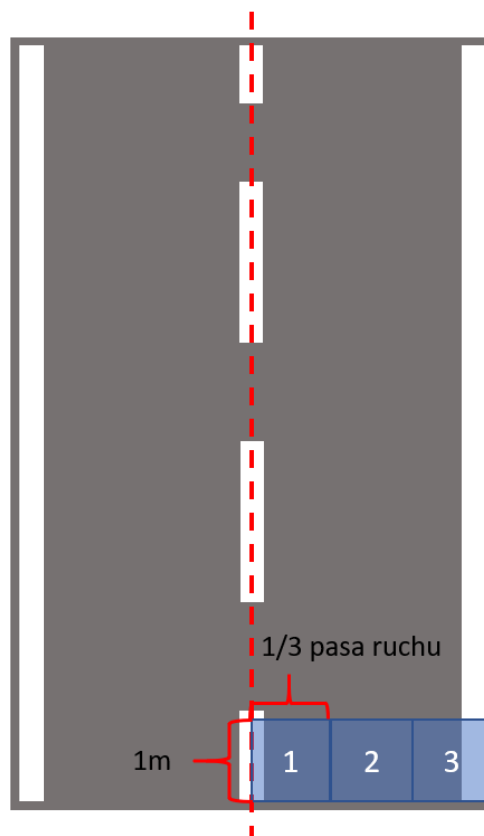
Rys. 4.5.4.1. Reguły wyznaczania pasa ruchu w przypadku występowania oznakowania poziomego

(6) Na drogach jednojezdniowych dwukierunkowych może wystąpić brak oznakowania poziomego potrzebnego do wyznaczenia granic pasa ruchu. W tym przypadku za linię rozdzielającą przeciwnie 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; rys.4.5.4.2).



Rys. 4.5.4.2. Reguły wyznaczania pasa ruchu w przypadku braku oznakowania poziomego

(7) Niezależnie od występowania lub niewystępowania oznakowania wyznaczającego krawędź jezdni, tzw. linii obrysowej, obszar objęty identyfikacją obowiązuje do skraju nawierzchni (z wyłączeniem nawierzchni dróg przecinających mierzoną drogę, dojazdów do posesji itp.). Wyznaczony w ten sposób obszar dzielony jest wzdłuż pasa na 1-metrowe fragmenty. Wszerz dzieli się pas na 3 równe części uzyskując w ten sposób segmenty mierzące 1 metr na  $\frac{1}{3}$  szerokości pasa ruchu (rys. 4.5.4.3). Segmenty numeruje się od środka jezdni w kierunku zewnętrznym.



Rys. 4.5.4.3. Podział pasa ruchu na segmenty

(8) 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.

#### **4.5.5. Cechy nawierzchni podlegające identyfikacji – spękania siatkowe, skupiska spękań i pęknięcia pojedyncze (SSP)**

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

(2) W celu uniknięcia kodowania niewyraźnych obiektów należy pomijać pojedyncze pęknięcia o długości mniejszej niż 10 cm.

(3) Identyfikacji podlegają zarówno pęknięcia otwarte, jak i naprawione (uszczelnione).

(4) Pęknięcia przebiegają zazwyczaj nieregularnie (porównaj z nieszczelnymi spoinami technologicznymi (NST)), 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.

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

(6) Należy odróżniać odpryski i spękania farby z oznakowania poziomego i nie traktować jako SSP.

(7) Zarysowań powierzchni na skutek wypadków drogowych oraz uszkodzeń mechanicznych i zabrudzeń nie traktuje się jako SSP.

#### **4.5.6. Cechy nawierzchni podlegające identyfikacji – łaty (LA)**

(1) Przy pomocy parametru LA, czyli łaty, należy oznaczać lokalne obszary naprawione przy pomocy nałożenia dodatkowej warstwy asfaltowej (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.

(2) Jeśli łata obejmuje szerokość pasa ruchu i ciągnie się nieprzerwanie przez co najmniej 20 m, nie należy zaznaczać LA.

(3) Fragmentów nawierzchni oddzielonych spoinami technologicznymi, które znajdują się częściowo na zidentyfikowanym pasie ruchu, nie należy traktować jako łaty.

(4) Zmian nawierzchni związanych z konstrukcją mostów oraz wiaduktów nie traktuje się jako LA.

(5) Fragmentów nawierzchni związanych z konstrukcją skrzyżowań oraz wjazdów na posesje nie traktuje się jako LA.

#### **4.5.7. Cechy nawierzchni podlegające identyfikacji – wyboje (WYB)**

(1) Przy pomocy parametru WYB, czyli wybojów, kodować należy segmenty, na których występują miejscowe wyboje lub ubytki w warstwach asfaltowych nawierzchni, powstałe na skutek wpływu warunków pogodowych oraz obciążenia ruchem. W ramach parametru WYB nie podlegają identyfikacji uszkodzenia występujące na krawędzi jezdni.

(2) Nie należy kodować ubytków o średnicy mniejszej niż 5 cm.

#### **4.5.8. Cechy nawierzchni podlegające identyfikacji – uszkodzenia krawędzi jezdni (UK)**

(1) Przy pomocy parametru UK, czyli uszkodzeń krawędzi, kodować należy obszary wzdłuż krawędzi jezdni w zakresie do 30 cm, na których występują spękania lub miejscowe ubytki w warstwach asfaltowych nawierzchni.



- (2) Uszkodzenia krawędzi koduje się jedynie w ramach segmentu nr 3 (rys. 4.5.4.3).
- (3) Spękania zakodowane jako uszkodzenia krawędzi są również niezależnie kodowane jako spękania SSP.

#### 4.5.9. Cechy nawierzchni podlegające identyfikacji – nieszczelne spoiny technologiczne (NST)

(1) 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 asfaltowe 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.

(2) Szczelnych bądź poprawnie uszczelnionych spoin technologicznych nie należy zaznaczać jako NST.

(3) Nieszczelne spoiny technologiczne występujące na granicach łat wbudowanych traktuje się jako NST.

#### 4.5.10. Cechy nawierzchni podlegające identyfikacji – spękania i nieszczelne spoiny technologiczne (SNS)

(1) SNS jest parametrem wyznaczanym automatycznie na podstawie zakodowanych informacji o spękaniach siatkowych, skupiskach spękań i pęknięciach pojedynczych oraz nieszczelnych spoin technologicznych.

(2) Występowanie parametru SNS określa się według zasady określonej wzorem (4.5.10.1):

$$\text{SNS} = 1 \Leftrightarrow \text{SSP} = 1 \vee \text{NST} = 1 \quad (4.5.10.1)$$

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

#### 4.5.11. Cechy nawierzchni podlegające identyfikacji – łaty i wyboje (LIW)

(1) LIW jest parametrem wyznaczanym automatycznie na podstawie zakodowanych informacji o łatach i wybojach.

(2) Występowanie parametru LIW określa się według zasady określonej wzorem (4.5.11.1):

$$\text{LIW} = 1 \Leftrightarrow \text{LA} = 1 \vee \text{WYB} = 1 \quad (4.5.11.1)$$

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

#### 4.5.12. Wymagania jakościowe dla identyfikacji cech powierzchniowych

(1) 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.

(2) W odniesieniu do fotorejestracji cech powierzchniowych, ustala się następujące wymagania:

- a) rozdzielczość zdjęcia powierzchni [px/mm] – liczba pikseli, jaka na cyfrowym obrazie odpowiada jednemu milimetrowi,
- b) szerokość objęta przez zdjęcie powierzchni [%] – wyrażona procentowo szerokość objęta zdjęciem nawierzchni w stosunku do szerokości pasa ruchu,
- c) długość objęta przez zdjęcie powierzchni [m] – długość fragmentu nawierzchni, który jest widoczny na pojedynczym ustandaryzowanym zdjęciu powierzchni,
- d) 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,
- e) 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 wymagań,

- f) procent powtórzeń i nałożeń [%] – maksymalny odsetek fragmentu nawierzchni, który może być niewidoczny na zdjęciach powierzchni lub widoczny w więcej niż jednym miejscu,
- g) rozmiar poziomy zdjęć pasa drogowego [px] – rozmiar, jaki musi mieć w poziomie zdjęcie pasa drogowego,
- h) rozmiar pionowy zdjęć pasa drogowego [py] – rozmiar, jaki musi mieć w pionie zdjęcie pasa drogowego,
- i) częstość wykonywania zdjęć pasa drogowego [m] – określa, co jaką odległość musi być wykonane zdjęcie pasa drogowego,
- j) dokładność odczytu współrzędnych geograficznych [m] – dokładność, z jaką określane są współrzędne geograficzne skojarzone ze zdjęciami pasa drogowego,
- k) gęstość pomiarów współrzędnych geograficznych [m] – odległość między kolejnymi pomiarami współrzędnych geograficznych.

(3) Wartości liczbowe do wymagań dla fotorejestracji cech powierzchniowych przedstawiono w tab. 4.5.12.1.

**Tab. 4.5.12.1. Wartości liczbowe do wymagań dla fotorejestracji cech powierzchniowych**

Nazwa	Jednostka	Wymagany zakres
Rozdzielczość zdjęcia powierzchni	[px/mm]	0,4-1,5
Szerokość objęta przez zdjęcie powierzchni	[%]	110-130
Długość objęta przez zdjęcie powierzchni	[m]	=10
Szerokość najdrobniejszych pęknięć widocznych na zdjęciu powierzchni	[mm]	≤1
Dopuszczalny odsetek braków w zdjęciach powierzchni	[%]	≤1
Procent powtórzeń i nałożeń	[%]	≤5
Rozmiar poziomy zdjęć pasa drogowego	[px]	=1 920
Rozmiar pionowy zdjęć pasa drogowego	[py]	=1 080
Częstość wykonywania zdjęć pasa drogowego	[m]	=10
Dokładność lokalizacji współrzędnych geograficznych	[m]	≤1
Gęstość pomiarów współrzędnych geograficznych	[m]	=10

(4) 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.

(5) Pomiar musi zostać wykonany przy świetle dziennym, aby możliwa była kontrola warunków wykonania pomiaru oraz aby zdjęcia pasa drogowego były odpowiednio doświetlone i ostre.

(6) 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.

(7) Zarówno na zdjęciach powierzchni, jak i zdjęciach pasa drogowego nie mogą występować odbłaski, refleksy, niewyraźne miejsca spowodowane wilgocią bądź zabrudzeniami na optyce kamery.

(8) Zarówno zdjęcia powierzchni, jak i zdjęcia pasa drogowego powinny być dostarczone w postaci plików graficznych w formacie JPEG (bez kompresji progresywnej).

(9) Zdjęcia powierzchni mają głębię kolorów minimum 8 bitów na piksel przy zdjęciu w skali odcieni szarości lub 24 bity na piksel przy zdjęciu kolorowym.

(10) Zdjęcia pasa drogowego powinny być kolorowe o głębi kolorów 24 bity na piksel.

(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.

### 4.5.13. Procedury obliczania wielkości stanu

(1) Na podstawie zakodowanej w plikach z danymi elementarnymi informacji o rodzaju nawierzchni dla każdego odcinka diagnostycznego należy określić dominujący jej rodzaj (asfaltowa, 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 asfaltowej przed betonową i betonowej przed nawierzchnią innego rodzaju.

(2) 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. W tab. 4.5.13.1 zestawiono parametry cech powierzchniowych.

Tab. 4.5.13.1. Parametry cech powierzchniowych

Parametr	Jednostka	Skrót	Wielkość	Wartość
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

## 4.6. Stan pasa drogowego

### 4.6.1. Wprowadzenie

(1) Fotorejestracja pasa drogowego jest jedną z najpopularniejszych metod dokumentowania zmian następujących w korytarzu drogi. Fotorejestrację wykonuje się najczęściej korzystając z kamer cyfrowych w postaci sekwencji zdjęć o wysokiej rozdzielczości. Dodatkowym zastosowaniem fotorejestracji jest jej wykorzystanie na etapie identyfikacji cech powierzchniowych. Wyniki fotorejestracji znajdują szerokie zastosowanie także poza ewidencją korytarza drogi, identyfikacją cech powierzchniowych oraz diagnostyką stanu nawierzchni.

(2) Fotorejestrację wykonuje się minimum z czterech kamer. Zarządca drogi, w zależności od potrzeb, może dopuścić wykonanie fotorejestracji inną liczbą kamer.

(3) W niniejszym dokumencie opisano metodologię wykonywania fotorejestracji pasa drogowego przy pomocy czterech kamer oraz przedstawiono najistotniejsze wymagania, jakie muszą być spełnione w trakcie wykonywania fotorejestracji, czyli dokładność wykonywania pomiarów, jakość zdjęć itp. W kampanii diagnostycznej muszą być spełnione wszystkie wymienione w niniejszym dokumencie wymagania.

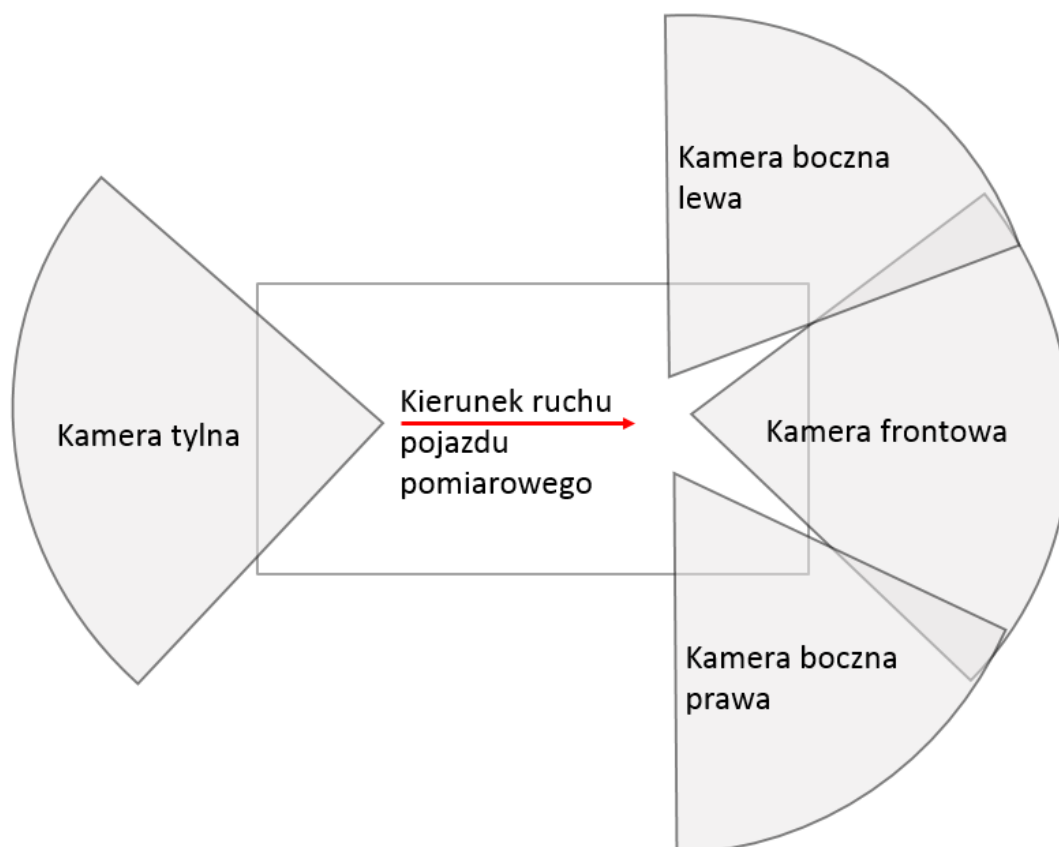
(4) Ocena stanu pasa drogowego wykonywana jest na podstawie obmiarów uzyskanych w ramach inwentaryzacji drogi.

## 4.6.2. Metodologia badań i technika pomiarowa

(1) Fotorejestracja pasa drogowego wykonywana jest z wykorzystaniem pojazdu pomiarowego poruszającego się w normalnym ruchu, na którym zamocowane są 4 kamery rejestrujące zdjęcia pasa drogowego z następujących ujęć:

- a) kamera frontowa, rejestrująca zdjęcia wzdłuż kierunku przejazdu,
- b) kamera lewa, skierowana w lewo od kierunku przejazdu,
- c) kamera prawa, skierowana w prawo od kierunku przejazdu,
- d) kamera tylna, rejestrująca zdjęcia przeciwnie do kierunku przejazdu.

(2) Schemat rozmieszczenia i kątów widzenia kamer przedstawiono na rys. 4.6.2.1.



Rys. 4.6.2.1. Schemat rozmieszczenia i kątów widzenia kamer

(3) Trzy kamery: frontowa, lewa i prawa muszą razem rejestrować obszar pasa drogowego (jezdnia, chodniki, rowy odwadniające), jednocześnie zapewniając rejestrację obrazu „na zakładkę”, przy czym obraz rejestrowany na „sąsiednich” zdjęciach może nakładać się na siebie jedynie w zakresie 10% szerokości zdjęcia. Kamera frontowa, lewa i prawa muszą być wyzwalane synchronicznie tak, aby zarejestrowane zdjęcia po złączeniu dawały panoramiczny obraz pasa drogowego. Przykład obrazu pasa drogowego uzyskanego ze zdjęć zarejestrowanych przez trzy kamery (przednia, lewa i prawa) przedstawia rys. 4.6.2.2.



Rys. 4.6.2.2. Przykład obrazu z trzech kamer: lewej, frontowej i prawej

(4) Przykład obrazu pasa drogowego uzyskanego ze zdjęcia zarejestrowanego przez kamerę tylną przedstawia rys. 4.6.2.3.



Rys. 4.6.2.3. Przykład obrazu z kamery tylnej

(5) Realizując pomiary wykonawca musi zapewnić, aby widoczność na zdjęciu wynosiła co najmniej 200 metrów. Należy mieć na uwadze, że jezdnia powinna zajmować około 2/3 zdjęcia. W miarę możliwości na obserwowanym fragmencie jezdni nie powinny znajdować się inne pojazdy utrudniające obserwację pasa drogowego. W uzasadnionych przypadkach (np. dojazdy do skrzyżowań, jazda w korku, wyprzedzanie pojazdu pomiarowego przez inne pojazdy, wyprzedzanie przez pojazd pomiarowy rowerów i innych pojazdów wolnobieżnych, itd.) można odstąpić od tego wymagania. Niedopuszczalna jest także sytuacja, w której na zdecydowanej części powierzchni zdjęcia frontowego zobrazowany jest tył pojazdu, poruszającego się bezpośrednio przed pojazdem pomiarowym, tzw. „jazda na zderzaku”. Zdjęcie wykonane w takich warunkach jest nieprzydatne.

(6) Wymagane jest stosowanie techniki cyfrowej do wykonywania zdjęć pasa drogowego. Wykonywanie zdjęć z wykorzystaniem metody „rolling shutter” jest niedopuszczalne.

(7) System pomiarowy musi być tak skonstruowany, aby uniemożliwić samowładne i swobodne przemieszczenie się kamer. Mocowanie kamer musi niwelować drgania pojazdu oraz pozostać stałe w czasie wykonywania pomiarów.

(8) Z każdą sekwencją zdjęć skojarzona jest współrzędna geograficzna. Należy zapewnić, aby punkt centralny zdjęcia frontowego i tylnego wskazywał miejsce określone przez skojarzoną współrzędną geograficzną (a nie współrzędną pojazdu wykonującego zdjęcie).

(9) Na wykonawcy pomiarów spoczywa obowiązek dokonania anonimizacji zdjęć (uniemożliwienie rozpoznania twarzy osób oraz numerów rejestracyjnych pojazdów poprzez „zamazanie” fragmentu zdjęcia).

(10) 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

(11) Fotorejestrację pasa drogowego wykonuje się niezależnie od rodzaju nawierzchni (łącznie z drogami o nawierzchni nieutwardzonej).

(12) 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 są również informacje dodatkowe, takie jak:

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

### 4.6.3. Wymagania jakościowe dla fotorejestracji pasa drogowego

(1) W odniesieniu do fotorejestracji pasa drogowego, ustala się następujące wymagania:

- a) częstość wykonania zdjęć pasa drogowego [m] – określa, co jaką odległość muszą być wykonywane zdjęcia pasa drogowego,
- b) dokładność lokalizacji współrzędnych geograficznych [m] – dokładność, z jaką określane są współrzędne geograficzne skojarzone ze zdjęciami pasa drogowego,
- c) odległość środka zdjęcia [m] – odległość mierzona wzdłuż kierunku przejazdu pojazdu pomiarowego pomiędzy kamerą a punktem przecięcia się osi optycznej kamery z płaszczyzną jezdni,
- d) wysokość zamontowania kamer [m] – wysokość zamontowania kamer wykonujących zdjęcia pasa drogowego nad powierzchnią jezdni,
- e) położenie linii horyzontu na zdjęciu frontowym [%] – wysokość linii horyzontu na zdjęciu wyrażona poprzez procent rozdzielczości pionowej zdjęcia dzielący linię horyzontu od górnej krawędzi zdjęcia,
- f) widoczność na zdjęciu [m] – wyrażony w metrach zakres widoczności wzdłuż kierunku przejazdu na zdjęciu z kamery frontowej lub tylnej,
- g) dokładność określenia położenia kamer [cm] – tolerancja przy określeniu położenia kamer rejestrujących zdjęcia pasa drogowego względem urządzenia mierzącego współrzędne geograficzne,
- h) dokładność określenia osi optycznej [°] – tolerancja przy określeniu kątów wyznaczających oś optyczną kamer rejestrujących zdjęcia pasa drogowego,
- i) rozmiar poziomy zdjęć pasa drogowego [px] – rozmiar, jaki musi mieć w poziomie zdjęcie pasa drogowego,
- j) rozmiar pionowy zdjęć pasa drogowego [py] – rozmiar, jaki musi mieć w pionie zdjęcie pasa drogowego,
- k) minimalny kąt widzenia kamer przednich [°] – minimalny kąt, pod jakim musi być ustawiona kamera przednia.

(2) Wartości liczbowe do wymagań dla fotorejestracji pasa drogowego przedstawiono w tab. 4.6.3.1.

(3) Pomiar musi zostać wykonany z możliwie stałą prędkością, dostosowaną do warunków ruchu (maksymalnie 60 km/h), umożliwiającą prawidłowe wykonanie rejestracji obrazu. Prędkość pomiaru musi być tak dobrana, aby rejestrowane zdjęcia były ostre i czytelne.

(4) Podczas pomiaru powierzchnia jezdni musi być czysta i sucha, na jezdni i poboczach nie mogą znajdować się kałuże i błoto pośniegowe. 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.

(5) Pomiar musi zostać wykonany przy świetle dziennym tak, aby zdjęcia pasa drogowego były odpowiednio doświetlone i ostre. Pomiarów nie należy wykonywać podczas opadów, przy zamgleniu i gdy panują niesprzyjające warunki atmosferyczne, które wpływają negatywnie na

jakość i czytelność zdjęcia. Wykonując fotorejestrację należy mieć na uwadze, aby zarejestrowane zdjęcia były ostre i czytelne.

**Tab. 4.6.3.1. Wartości liczbowe do wymagań dla fotorejestracji pasa drogowego**

Parametr	Jednostka	Wymagany zakres
Częstość wykonania zdjęć pasa drogowego	[m]	=5
Dokładność lokalizacji współrzędnych geograficznych	[m]	≤1
Odległość środka zdjęcia kamery frontowej	[m]	>15
Wysokość zamontowania kamer	[m]	>2
Położenie linii horyzontu na zdjęciu frontowym	[%]	20-30
Widoczność na zdjęciu	[m]	≥200
Dokładność określenia położenia kamer	[cm]	≤10
Dokładność określenia osi optycznej	[°]	≤1
Rozmiar poziomy zdjęć pasa drogowego	[px]	=1 920
Rozmiar pionowy zdjęć pasa drogowego	[py]	=1 080
Minimalny kąt widzenia kamer frontowej, lewej i prawej	[°]	≥150

(6) Zdjęcia pasa drogowego powinny być dostarczone w postaci plików graficznych w formacie JPEG (bez kompresji progresywnej).

(7) Zdjęcia pasa drogowego powinny być kolorowe o głębi kolorów 24 bity na piksel.

(8) Zdjęcia ze wszystkich kamer muszą mieć tę samą temperaturę barwową.

(9) Optyka kamer musi być dostrojona w taki sposób, aby fotografia była ostra i cechowała się dużym kontrastem. Na zdjęciach nie może występować efekt rozmycia. Jakość zdjęć z kamery frontowej i tylnej musi pozwalać na detekcję łat i spękań. Oznakowanie pionowe musi być dobrze widoczne na zdjęciach ze wszystkich kamer.

(10) Zdjęcia muszą być równomiernie doświetlone. Na zdjęciach nie mogą występować prześwietlone i niedoświetlone obszary, jak również nie mogą być widoczne refleksy świetlne (np. pochodzące od słońca).

(11) Kontrola ekspozycji systemu kamery musi gwarantować, że nagłe zmiany w oświetleniu otoczenia (np. przejazd przez aleję drzew, pomiędzy budynkami) nie spowodują nadmiernego niedoświetlenia lub prześwietlenia obrazów. Pełne dostrojenie ekspozycji musi nastąpić na odcinku nie dłuższym niż 10 metrów.

(12) Podczas pomiarów należy zadbać o to, aby jakość obrazu nie była zakłócana przez zabrudzenie kamer (insekty, kurz, krople deszczu itp.). Czystość kamer należy kontrolować w czasie pomiarów i jeśli to konieczne, zatrzymać pomiar i wyczyścić obiektywy kamer.

(13) 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.

## 4.7. Kontrola stanu technicznego dróg na podstawie oceny wizualnej

(1) Ocena wizualna służy do określenia cech powierzchniowych nawierzchni drogowych (nawierzchni jezdni, dróg dla pieszych, dróg dla rowerów lub dróg dla pieszych i rowerów, zatok przystankowych i stanowisk postojowych), stanu poboczy oraz stanu odwodnienia.

(2) Przed przystąpieniem do oceny wizualnej drogi należy ją podzielić na inwentaryzowane odcinki ze względu na rodzaj i intensywność występowania uszkodzeń. Ocenę należy wykonywać oddzielnie dla poszczególnych elementów drogi.

### 4.7.1. Kontrola stanu technicznego nawierzchni asfaltowych

(1) Jakość nawierzchni asfaltowych należy oceniać wizualnie na podstawie siedmiu rodzajów podstawowych uszkodzeń:

- a) pęknięcia siatkowe – wzajemnie przecinające się, nieregularnie rozmieszczone, poprzeczne, podłużne i ukośne pęknięcia warstwy bitumicznej, dzielące jej powierzchnię na wieloboki,
- b) pęknięcia pojedyncze – przebiegające prosto lub krzywoliniowo pojedyncze pęknięcia warstwy asfaltowej o kierunku równoległym, prostopadłym, ukośnym do osi jezdni lub nieregularnym, w tym również nieszczelne spojenia technologiczne,
- c) wyboje i łaty – miejsca nawierzchni, gdzie występuje ubytek mieszanki mineralno-asfaltowej warstwy jezdnej na głębokość większą niż grubość warstwy ścieralnej oraz miejsca nawierzchni, na których dokonano wymiany fragmentu nawierzchni, uzupełnienia ubytków, wypełnienia zapadnięć lub naprawy wybojów,
- d) ubytki ziaren lub lepiszcza – miejsca nawierzchni, na których nastąpił ubytek materiału warstwy ścieralnej bez naruszenia warstw niżej leżących. Do uszkodzeń tego typu zaliczają się również koleiny i inne deformacje trwałe – trwałe odkształcenia przekroju poprzecznego nawierzchni.

(2) Ze względu na wymiar wyróżnia się trzy typy uszkodzeń:

- a) posiadające dwa wymiary: podłużny i poprzeczny (pęknięcia siatkowe, deformacje trwałe, łaty, ubytki),
- b) posiadające jeden wymiar: albo podłużny albo poprzeczny (pęknięcia pojedyncze),
- c) bezwymiarowe (wyboje).

(3) Wymiar podłużny uszkodzenia (długość) określa się (z dokładnością do 1 m) od początku do końca uszkodzenia. Wymiar poprzeczny uszkodzenia jest równy:

- a) szerokości ocenianego pasa ruchu w metrach w przypadku jeżeli szerokość uszkodzenia przekracza połowę szerokości pasa ruchu,
- b) połowie szerokości ocenianego pasa ruchu jeżeli szerokość uszkodzenia jest mniejsza niż połowa szerokości pasa ruchu.

(4) Zakres poszczególnych rodzajów uszkodzeń obliczany jest według następujących zasad:

- a) powierzchnię pęknięć siatkowych, deformacji trwałych, łat i ubytków określa się przemnażając wymiar podłużny przez wymiar poprzeczny,
- b) powierzchnia uszkodzeń w postaci wybojów jest obliczana w jednostkach powierzchni ( $m^2$ ) jako iloczyn liczby wybojów i współczynnika 0,3,
- c) zakres uszkodzeń w postaci pęknięć podłużnych obliczany jest jako powierzchnia ( $m^2$ ) będąca iloczynem długości pęknięcia i współczynnika 1,0,
- d) zakres uszkodzeń w postaci pęknięć poprzecznych, skośnych i nieregularnych obliczany jest jako powierzchnia ( $m^2$ ) równa:
  - iloczynowi współczynnika 1,0 i szerokości ocenianego pasa, w przypadku jeżeli długość pęknięcia przekracza połowę szerokości pasa ruchu,
  - iloczynowi współczynnika 1,0 połowy szerokości ocenianego pasa i w przypadku jeżeli długość pęknięcia nie przekracza połowy szerokości pasa ruchu.

(5) Przy wyznaczaniu oceny należy brać pod uwagę następujące zasady zmian zakresu uszkodzeń:

- a) na obszarze objętym pęknięciami siatkowymi o dużej szerokości nie uwzględnia się innych uszkodzeń,
- b) na obszarze objętym pęknięciami siatkowymi o małej szerokości wszystkie inne uszkodzenia o dużej szerokości uwzględniane są jak uszkodzenia o małej szerokości,
- c) na obszarze objętym uszkodzonymi łatami o dużej szerokości nie uwzględnia się ubytków ziaren lub lepiszcza,
- d) na obszarze objętym uszkodzonymi łatami o małej szerokości ubytki ziaren lub lepiszcza o dużej szerokości uwzględnia się jak ubytki o małej szerokości,
- e) na obszarze objętym pęknięciami siatkowymi o małej szerokości i uszkodzonymi łatami o małej szerokości nie uwzględnia się ubytków ziaren lub lepiszcza.



(6) Zakres uszkodzeń obliczany jest dla odcinków o długości 100 m. Wskaźnik uszkodzeń wyrażony w % oblicza się jako stosunek sumarycznego uszkodzenia wyrażonego w m<sup>2</sup>, obliczonego od wszystkich rodzajów uszkodzeń do powierzchni odcinka obliczeniowego o długości 100 m.

#### 4.7.2. Kontrola stanu technicznego nawierzchni betonowych

(1) Jakość nawierzchni betonowych należy oceniać wizualnie na podstawie sześciu rodzajów podstawowych uszkodzeń:

- a) deformacje trwałe – trwałe ubytki (koleiny) i odkształcenia (uskoki) w przekroju poprzecznym nawierzchni,
- b) pęknięcia pojedyncze - rozdzielenie się struktury płyty na całej lub częściowej jej grubości tworzące dwie płaszczyzny, przebiegające równoległe, prostopadle lub skośnie do osi jezdni (kierunku jazdy),
- c) pęknięcia blokowe – rozdzielenie się struktury płyty na całej jej grubości tworząc dwie lub więcej płaszczyzn, przebiegające prostopadle i równoległe/ukośnie do osi jezdni (kierunku jazdy) wzajemnie przecinające się dzielące płyty na kilka odrębnych fragmentów (połamane płyty),
- d) uszkodzenia powierzchni – wypolerowanie, pęknięcia mrozowe, spękania alkaliczne, pęknięcia spowodowane niewłaściwą pielęgnacją, wyboje, ubytki ziaren/lejki, złuszczenia,
- e) uszkodzenia w obszarze łączenia płyt – uszkodzenia szczeliny/krawędzi oraz wykruszenia i pęknięcia betonu wokół dybli/kotew,
- f) uszkodzenia w obszarze łączenia płyt – uszkodzenia wypełnień.

(2) Ze względu na wymiar wyróżnia się trzy typy uszkodzeń:

- a) posiadające dwa wymiary: podłużny i poprzeczny (pęknięcia blokowe, deformacje trwałe, uszkodzenia powierzchni (z wyjątkiem wybojów),
- b) posiadające jeden wymiar: podłużny, poprzeczny, albo skośny (pęknięcia pojedyncze, uszkodzenia w obszarze łączenia płyt),
- c) bezwymiarowe: wyboje.

(3) Wymiar podłużny uszkodzenia (długość) określa się (z dokładnością do 1 m) od początku do końca uszkodzenia. Wymiar poprzeczny uszkodzenia jest równy:

- a) szerokości ocenianego pasa ruchu w metrach w przypadku jeżeli szerokość uszkodzenia przekracza połowę szerokości pasa ruchu,
- b) połowie szerokości ocenianego pasa ruchu jeżeli szerokość uszkodzenia jest mniejsza niż połowa szerokości pasa ruchu.

(4) Zakres poszczególnych rodzajów uszkodzeń obliczany jest według następujących zasad:

- a) powierzchnię pęknięć blokowych, deformacji trwałych, łat oraz uszkodzeń powierzchni określa się przemnażając wymiar podłużny przez wymiar poprzeczny,
- b) powierzchnia uszkodzeń w postaci wybojów jest obliczana w jednostkach powierzchni (m<sup>2</sup>) jako iloczyn liczby wybojów i współczynnika 0,3,
- c) zakres uszkodzeń w postaci pojedynczych pęknięć podłużnych i obliczany jest jako powierzchnia (m<sup>2</sup>) będąca iloczynem długości pęknięcia i współczynnika 1,0,
- d) zakres uszkodzeń w postaci pęknięć poprzecznych, skośnych i nieregularnych obliczany jest jako powierzchnia (m<sup>2</sup>) równa:
  - iloczynowi współczynnika 1,0 i szerokości ocenianego pasa, w przypadku jeżeli długość pęknięcia przekracza połowę szerokości pasa ruchu,
  - iloczynowi współczynnika 1,0 i połowy szerokości ocenianego pasa i w przypadku jeżeli długość pęknięcia nie przekracza połowy szerokości pasa ruchu.

(5) Przy wyznaczaniu oceny należy brać pod uwagę następujące zasady zmian zakresu uszkodzeń:

- a) na obszarze objętym pęknięciami blokowymi o dużej szerokości nie uwzględnia się innych uszkodzeń,
- b) na obszarze objętym pęknięciami blokowymi o małej szerokości wszystkie inne uszkodzenia o dużej szerokości uwzględniane są jak uszkodzenia o małej szerokości.

(6) Zakres uszkodzeń obliczany jest dla odcinków o długości 100 m. Wskaźnik uszkodzeń wyrażony w % oblicza się jako stosunek sumarycznego uszkodzenia wyrażonego w m<sup>2</sup>, obliczonego od wszystkich rodzajów uszkodzeń do powierzchni odcinka obliczeniowego o długości 100 m.

#### **4.7.3. Kontrola stanu technicznego poboczy**

(1) Ocenę stanu poboczy o nawierzchni twardej przeprowadza się według zasad określonych dla odpowiedniego rodzaju nawierzchni jezdni dla III poziomu oceny diagnostycznej (podrozdział 5.3 w WR-D-83-1).

(2) W przypadku oceny poboczy o nawierzchni gruntowej inwentaryzacja polega na wskazaniu lokalizacji odcinków drogi z różnicą uskoku pomiędzy powierzchnią jezdni a poboczem. W trakcie przeprowadzania inwentaryzacji odcinki dróg należy kwalifikować zgodnie z zasadami opisanymi w tab. 6.1.1 w WR-D-83-1.

#### **4.7.4. Kontrola stanu technicznego urządzeń do odwodnienia**

(1) W przypadku oceny odwodnienia inwentaryzacja polega na wskazaniu lokalizacji odcinków drogi z występującymi uszkodzeniami, niedrożnością urządzeń do odwodnienia.

(2) W przypadku wystąpienia, chociaż jednego niedrożnego przepustu na ocenianym odcinku 100 metrowym, całemu odcinkowi przypisuje się stan zły.

(3) W przypadku oceny przepustu oprócz wysokości zamulenia przekroju przepustu należy również rozpatrywać ograniczenie światła przepustu. Kryteria oceny dotyczące procentowego ograniczenia światła przepustu należy przyjąć analogicznie do kryteriów zamulenie wysokości przekroju przepustu, tj.:

- a) stan dobry – nowe lub oczyszczone elementy bez widocznego ograniczenia światła przepustu,
- b) stan zadowalający – ograniczenie światła przepustu do 15%,
- c) stan niezadowalający – ograniczenie światła przepustu do 30%,
- d) stan zły – ograniczenie światła przepustu powyżej 30%.

(4) W trakcie przeprowadzania inwentaryzacji odcinków dróg oceniane elementy należy kwalifikować zgodnie z zasadami opisanymi w tab. 6.2.1 w WR-D-83-1.

#### **4.7.5. Kontrola stanu technicznego dróg dla pieszych, dróg dla rowerów lub dróg dla pieszych i rowerów**

(1) Ocenę stanu dróg dla pieszych, dróg dla rowerów lub dróg dla pieszych i rowerów przeprowadza się według zasad określonych dla odpowiedniego rodzaju nawierzchni jezdni dla III poziomu oceny diagnostycznej (podrozdział 5.3 w WR-D-83-1).



## 5. Klasyfikacja uszkodzeń nawierzchni

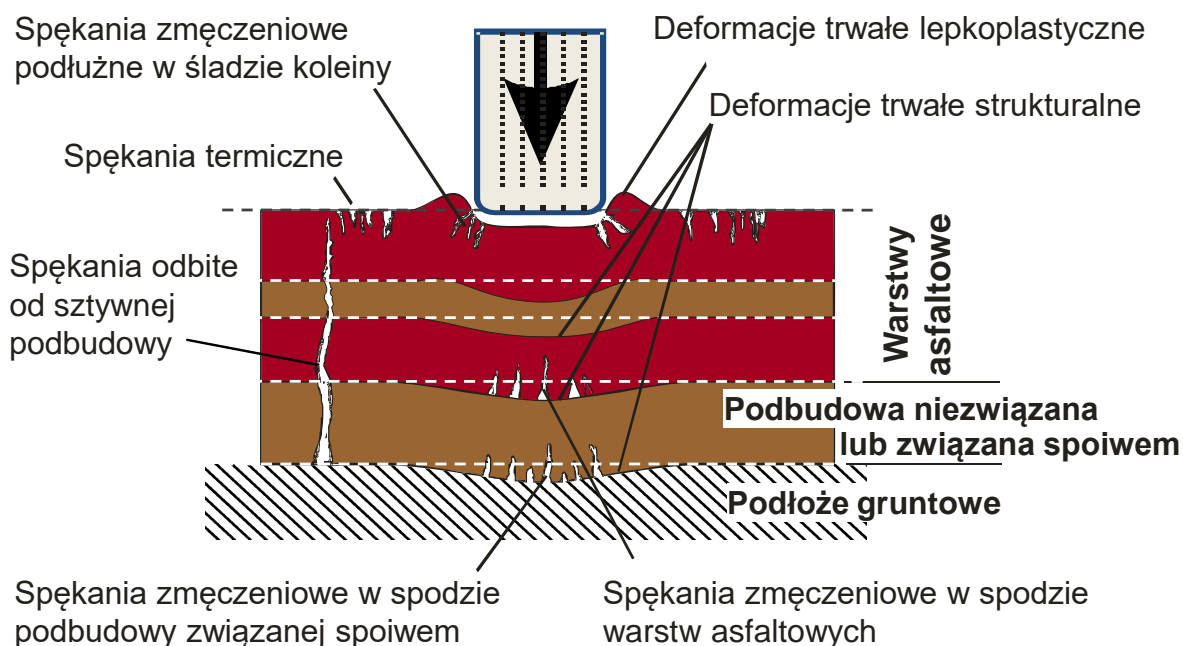
### 5.1. Klasyfikacja uszkodzeń nawierzchni asfaltowych

(1) Wyróżnia się trzy podstawowe rodzaje uszkodzeń nawierzchni asfaltowych, które dodatkowo można podzielić na uszkodzenia szczegółowe (tab. 5.1.1).

Tab. 5.1.1. Klasyfikacja podstawowa uszkodzeń nawierzchni asfaltowych

Deformacje trwałe	koleiny lepkoplastyczne
	koleiny strukturalne
	sfalowania/deformacje inne
Spękania	zmęczeniowe
	termiczne
	odbite
Uszkodzenia powierzchniowe	ubytki ziaren kruszywa i lepiszcza oraz mieszanki mineralno-asfaltowej
	wypolerowanie ziaren kruszywa
	łaty i wyboje
	wypływ (plamy) lepiszcza

(2) Na rys. 5.1.1 przedstawiono schemat poszczególnych uszkodzeń nawierzchni asfaltowej ze wskazaniem miejsca ich występowania.



Rys. 5.1.1. Schemat uszkodzeń nawierzchni asfaltowej z uwzględnieniem miejsca ich występowania

#### 5.1.1. Deformacje trwałe

(1) Deformacje trwałe – koleiny (deformacje o charakterze liniowym występujące w przekroju poprzecznym nawierzchni) i sfalowania/deformacje inne (deformacje o charakterze liniowym lub punktowym występujące w przekroju poprzecznym, rzadziej w podłużnym nawierzchni):

- a) koleiny lepkoplastyczne – deformacja warstwy ścieralnej lub/i wiążącej (rys. 5.1.1.1),
- b) koleiny strukturalne – deformacja podbudowy, lub podłoża powodujące w konsekwencji deformację również wyższych warstw (rys. 5.1.1.2),

c) sfalowania/deformacje inne – np. deformacje w postaci odcisków (rys. 5.1.1.3).

(2) Przyczyny przewidywane:

- a) oddziaływanie obciążeń od ruchu samochodów ciężarowych,
- b) oddziaływanie wysokiej temperatury.

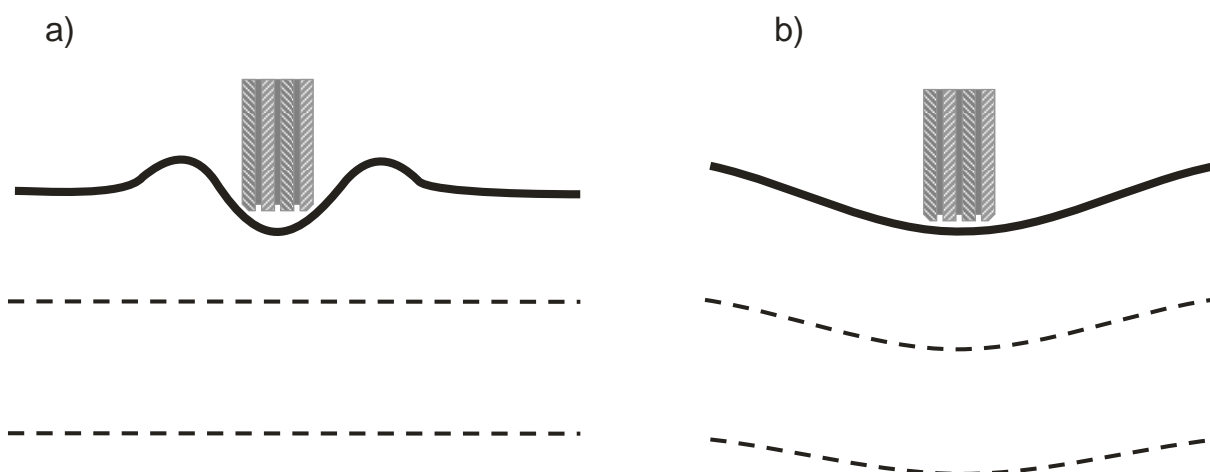
(3) Przyczyny nieplanowane:

- a) zastosowanie mieszanki mineralno-asfaltowej o nieodpowiedniej odporności na deformacje trwałe (np. przez zastosowanie zbyt miękkiego lepiszcza, zbyt dużej zawartości lepiszcza, nieodpowiedniej mieszanki mineralnej),
- b) brak odpowiedniej nośności podbudowy lub podłoża spowodowane błędami projektowymi lub wykonawczymi (deformacje strukturalne).

(4) Na rys. 5.1.1.1, 5.1.1.2 i 5.1.1.3 przedstawiono przykłady trzech rodzajów deformacji trwałych, a na rys. 5.1.1.4 i 5.1.1.5 przykłady odpowiednio – stanu niezadawalającego i złego nawierzchni skoleinowanej.



Rys. 5.1.1.1. Koleiny lepkoplastyczne



Rys. 5.1.1.2. Kształt koleiny: a) lepkoplastycznej; b) strukturalnej



Rys. 5.1.1.3. Deformacje trwałe – odciski



Rys. 5.1.1.4. Stan niezadowalający: widoczna deformacja w śladzie prawego koła – uszkodzenia zajmujące powyżej 10% powierzchni [3]



Rys. 5.1.1.5. Stan zły: liczne uszkodzenia zajmujące powyżej 50% powierzchni - nawierzchnia mocno skoleinowana [3]

## 5.1.2. Spękania

(1) Spękania nawierzchni asfaltowych dzielą się na:

a) zmęczeniowe, w tym:

- podłużne w śladzie koleiny (pojedyncze)/w krawędzi śladu opony (rys. 5.1.2.6 i 5.1.2.7),
- siatkowe (rys. 5.1.2.1, 5.1.2.2, 5.1.2.3, 5.1.2.4 i 5.1.2.5),

b) termiczne (pojedyncze), w tym:

- niskotemperaturowe poprzeczne (pojedyncze) (rys. 5.1.2.8),
- niskotemperaturowe w połączeniu technologicznym (rys. 5.1.2.11),
- termiczne zmęczeniowe (blokowe) (rys. 5.1.2.12 i 5.1.2.13),

c) odbite (pojedyncze), w tym:

- poprzeczne (przy dobrym podparciu krawędzi płyt),
- poprzeczne (przy braku podparcia krawędzi płyt),
- podłużne (rys. 5.1.2.1).

(2) Przyczyny przewidywane:

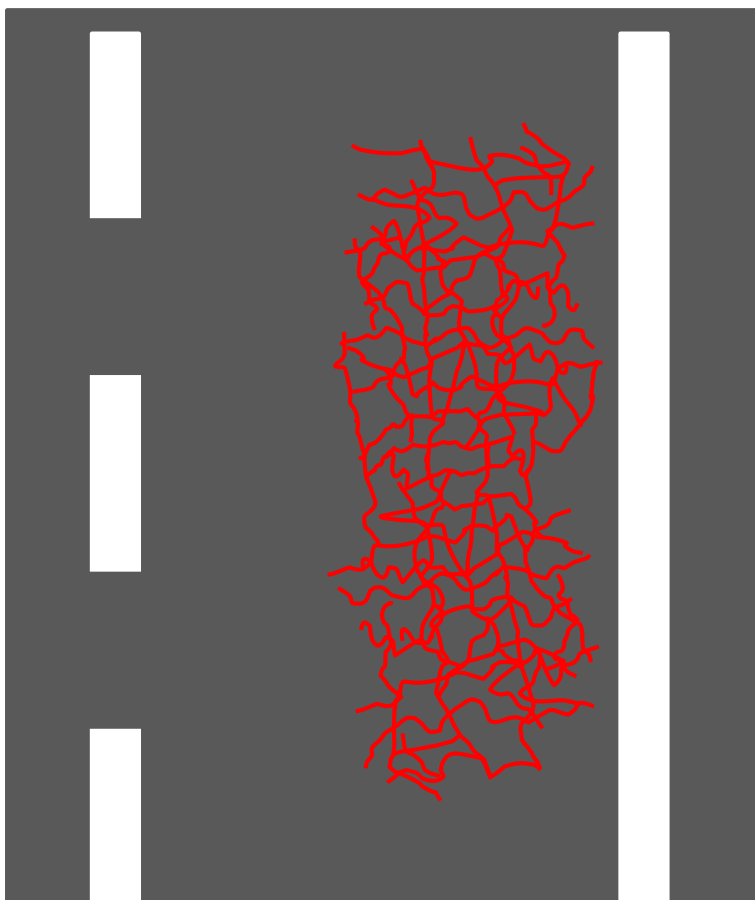
- a) oddziaływanie obciążeń od ruchu samochodów ciężarowych oraz obciążeń termicznych o charakterze zmęczeniowym,
- b) oddziaływanie niskiej temperatury.

(3) Przyczyny nieplanowane:

- a) zastosowanie mieszanki mineralno-asfaltowej o nieodpowiedniej trwałości zmęczeniowej (np. przez zastosowanie zbyt twardego/sztywnego lepiszcza),
- b) zastosowanie mieszanki mineralno-asfaltowej o nieodpowiedniej odporności na niskie temperatury (np. przez zastosowanie zbyt twardego/sztywnego lepiszcza),
- c) zastosowanie zbyt sztywnej podbudowy lub podłoża stabilizowanego spoiwem hydraulicznym (spękania odbite),
- d) brak odpowiedniego podparcia krawędzi płyt podbudowy lub podłoża stabilizowanego spoiwem hydraulicznym spowodowane np. erodującym działaniem wody w dolnych warstwach konstrukcji nawierzchni lub/i w podłożu.

(4) Na rys. 5.1.2.1, 5.1.2.2, 5.1.2.3, 5.1.2.4 i 5.1.2.5 przedstawiono przykłady spękań zmęczeniowych siatkowych od obciążenia ruchem, a na rys. 5.1.2.6 i 5.1.2.7 spękania zmęczeniowe podłużne w śladzie koleiny (pojedyncze).

(5) Na rys. 5.1.2.8, 5.1.2.9, 5.1.2.10 i 5.1.2.11 przedstawiono przykłady spękań termicznych pojedynczych, a na rys 5.1.2.12 i 5.1.2.13 przedstawiono przykłady spękań termicznych zmęczeniowych blokowych.



Rys. 5.1.2.1. Schemat spękania siatkowego zmęczeniowego od obciążenia ruchem



Rys. 5.1.2.2. Stan niezadowolający: skupiska spękań siatkowych zajmujące do 15% powierzchni [3]





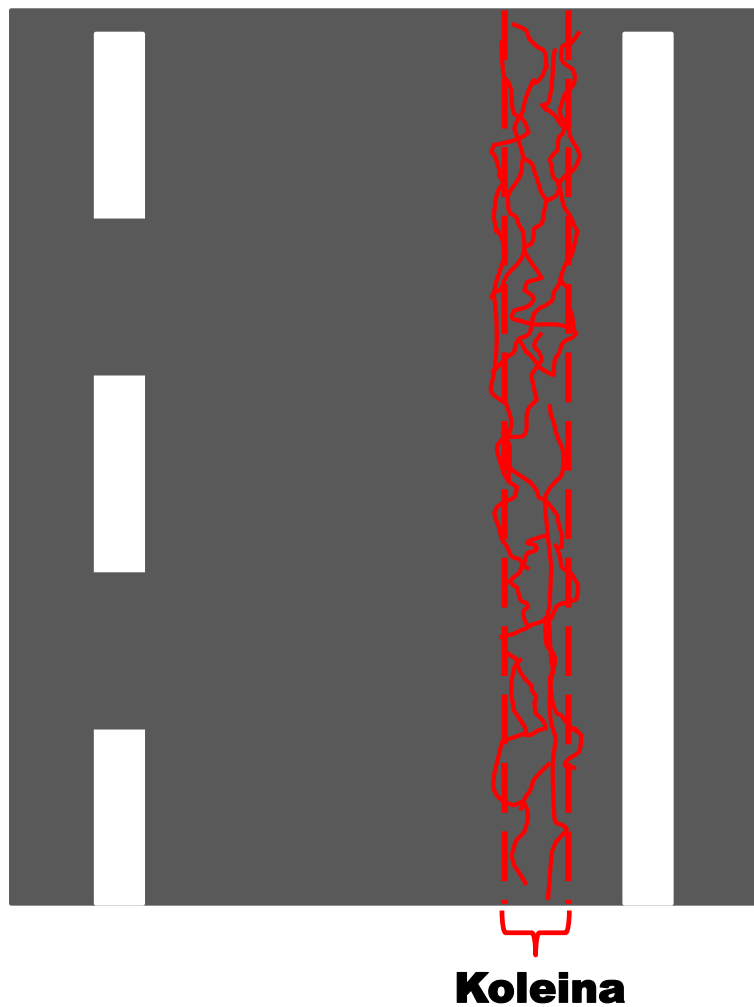
Rys. 5.1.2.3. Stan zły: spękania siatkowe i skupiska spękań zajmujące ponad 50% powierzchni [3]



Rys. 5.1.2.4. Stan zły: spękania siatkowe zajmujące ponad 50% powierzchni [3]



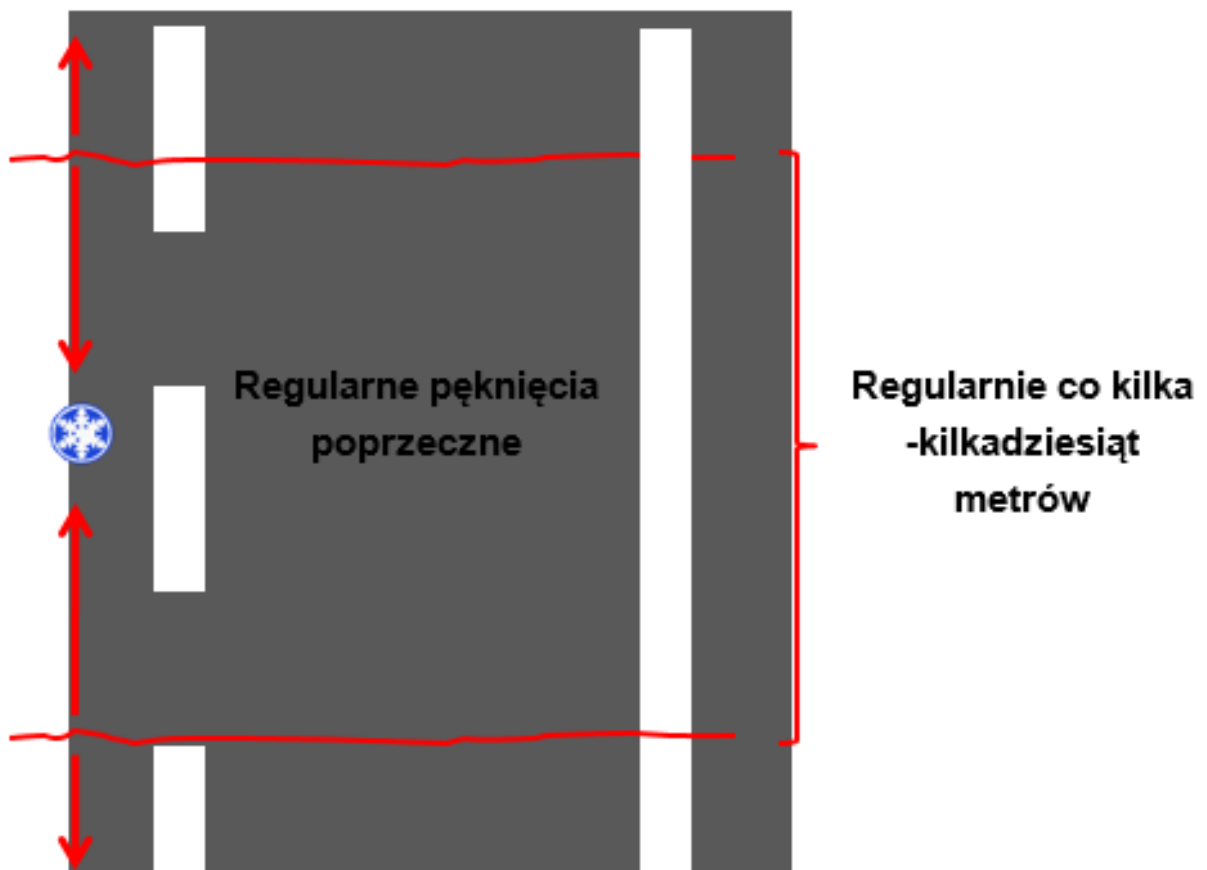
Rys. 5.1.2.5. Przykład spękania zmęczeniowego przy połączeniu technologicznym



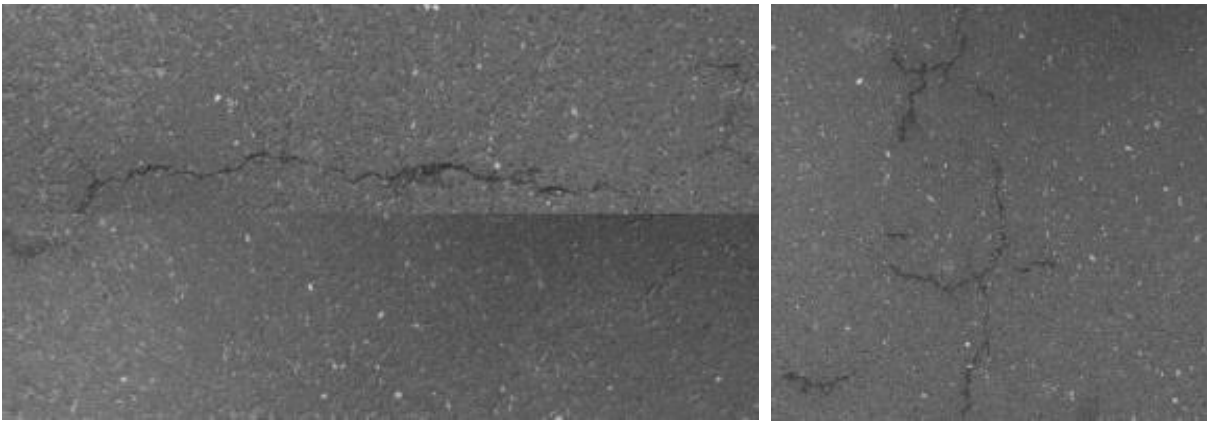
Rys. 5.1.2.6. Schemat spękań zmęczeniowych podłużnych (w śladzie koleiny)



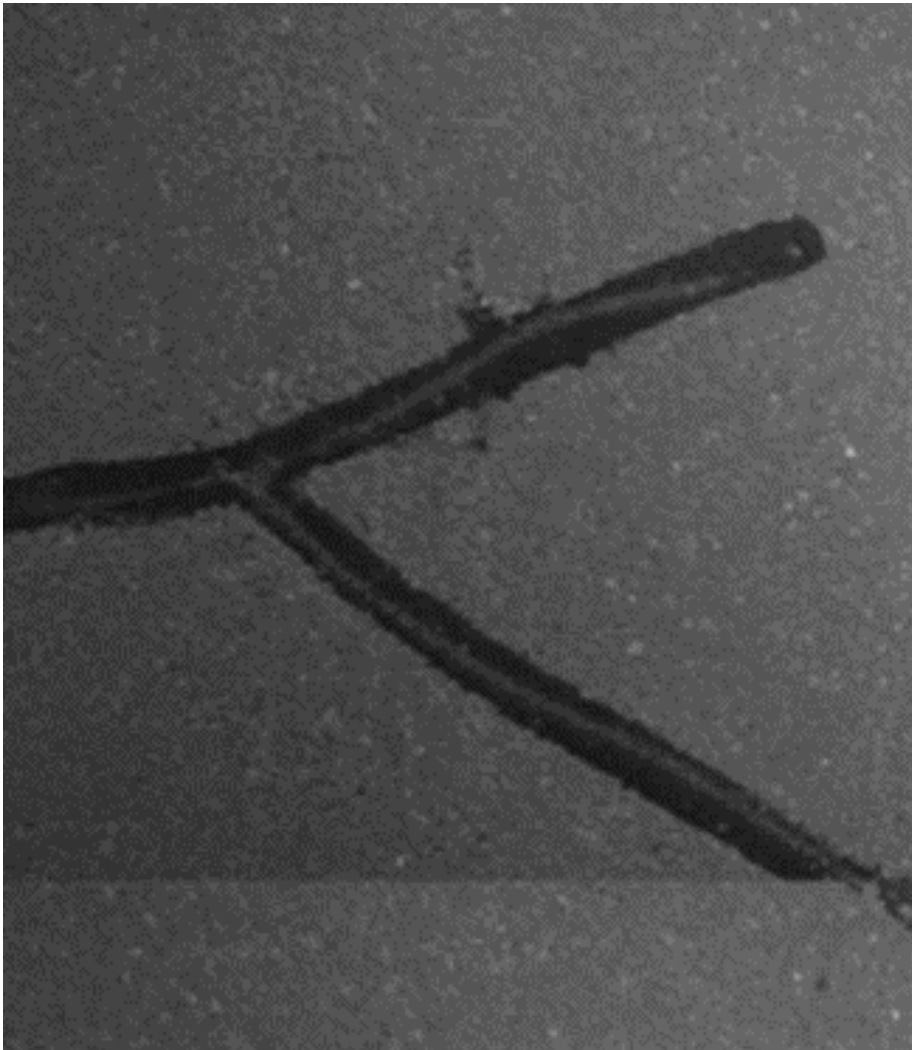
Rys. 5.1.2.7. Spękania zmęczeniowe podłużne (w śladzie koleiny)



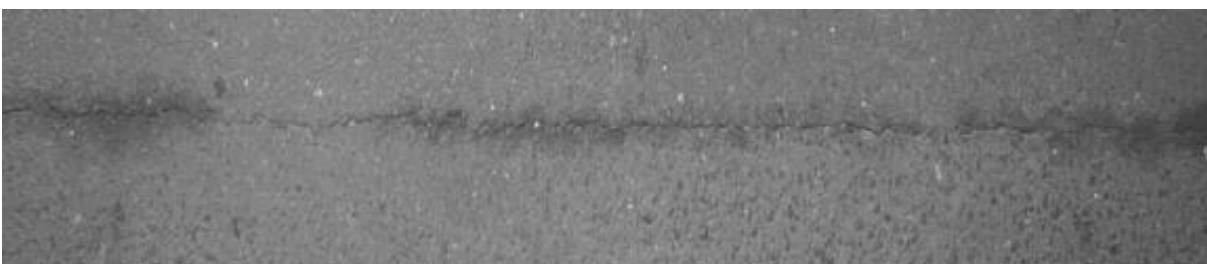
Rys. 5.1.2.8. Schemat pęknięć termicznych pojedynczych poprzecznych [3]



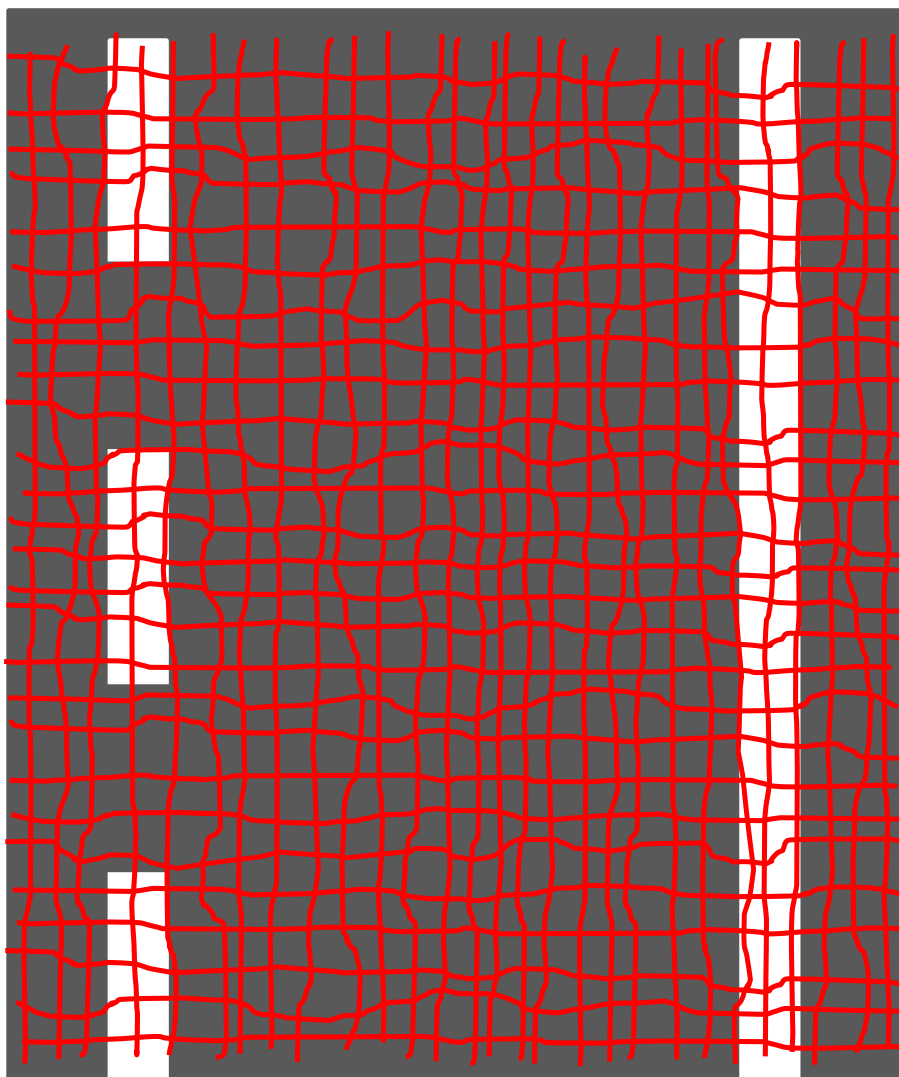
Rys. .5.1.2.9. Spękania termiczne [3]



Rys. 5.1.2.10. Pęknięcie termiczne naprawione [3]



Rys. 5.1.2.11. Spękanie termiczne pojedyncze w połączeniu technologicznym [3]



Rys. 5.1.2.12. Schemat spękań termicznych zmęczeniowych (blokowych)



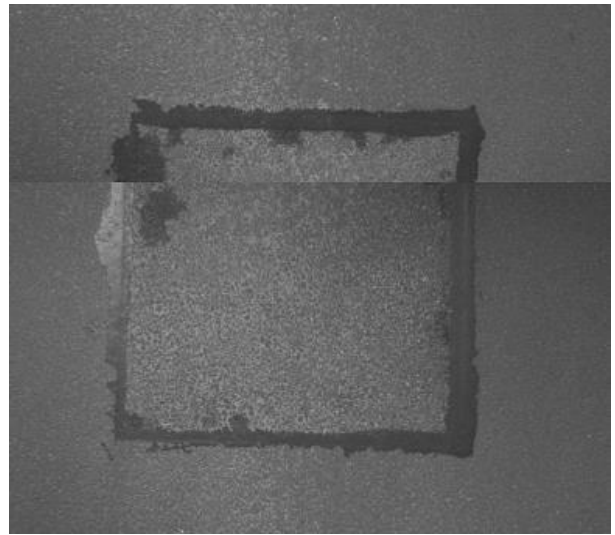
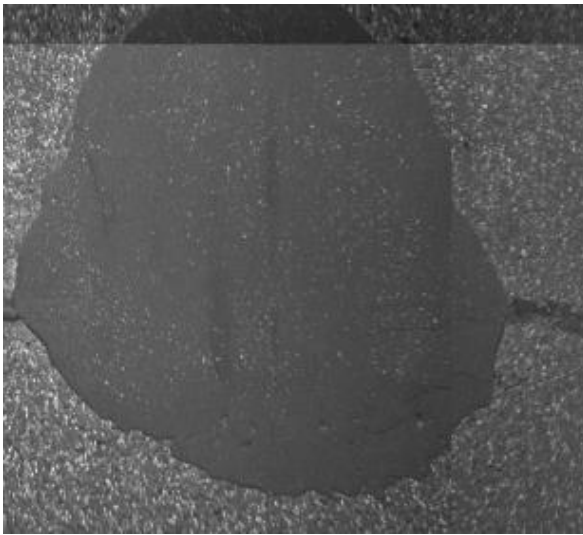
Rys. 5.1.2.13. Stan zły: spękania termiczne zmęczeniowe (blokowe) zajmujące powyżej 50% powierzchni

### 5.1.3. Uszkodzenia powierzchniowe

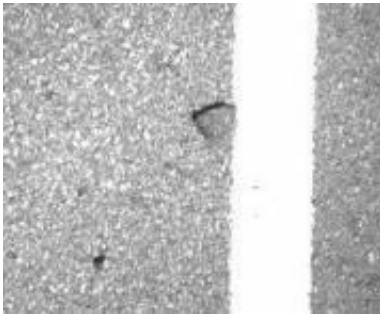
- (1) Uszkodzenia powierzchniowe nawierzchni asfaltowych dzielą się na:
- a) ubytki ziaren kruszywa i lepiszcza oraz mieszanki mineralno-asfaltowej (wypadanie pojedynczych ziaren lub ubytek mieszanki z warstwy ścieralnej bez naruszania warstw niżej leżących) (rys. 5.1.3.1),
  - b) wypolerowanie ziaren kruszywa,
  - c) łaty i wyboje (ubytek nawierzchni na głębokość większą niż grubość warstwy ścieralnej oraz miejsca wymiany lub uzupełnienia nawierzchni) (rys. 5.1.3.2, 5.1.3.3, 5.1.3.4, 5.1.3.5, 5.1.3.6 i 5.1.3.7),
  - d) wypływ (plamy) lepiszcza (rys. 5.1.3.8 i 5.1.3.9).
- (2) Przyczyny przewidywane:
- a) oddziaływanie obciążeń od ruchu o charakterze ścinającym (ścieranie, polerowanie, wrywanie ziaren kruszywa),
  - b) oddziaływanie obciążeń od ruchu o charakterze zmęczeniowym (np. wyboje spowodowane odspojeniem mieszanki mineralno-asfaltowej w rejonie siatkowych spękań zmęczeniowych),
  - c) oddziaływanie niskiej temperatury w powiązaniu z działaniem wód opadowych (np. wyboje).
- (3) Przyczyny nieplanowane:
- a) ubytki ziaren kruszywa i lepiszcza spowodowane nieodpowiednią adhezją pomiędzy kruszywem i lepiszczem (np. zapylenie kruszywa, kwasowość kruszywa),
  - b) wypływy lepiszcza związane np. z zastosowaniem zbyt dużej zawartości lepiszcza w mieszance mineralno-asfaltowej,
  - c) błędy wykonawcze łat (np. nieodpowiednie osuszenie naprawianego ubytku, zastosowanie nieodpowiedniej mieszanki mineralno-asfaltowej do wykonania łaty, nieodpowiednie zagęszczenie mieszanki mineralno-asfaltowej).



Rys. 5.1.3.1. Ubytki ziaren kruszywa i lepiszcza oraz mieszanki mineralno-asfaltowej



Rys. 5.1.3.2. Łaty: o nieregularnym i regularnym kształcie [3]



Rys. 5.1.3.3. Przykłady wybojów [3]



Rys. 5.1.3.4. Stan niezadawalający: łaty zajmujące do 20% powierzchni [3]



Rys. 5.1.3.5. Stan niezadawalający: łaty zajmujące do 20% powierzchni [3]



Rys. 5.1.3.6. Stan niezadawalający: łaty oraz spękania zajmujące do 20% powierzchni [3]





Rys. 5.1.3.7. Stan zły: liczne wyboje – powyżej 50% powierzchni [3]



Rys. 5.1.3.8. Wyptyw (plamy) lepiscza



Rys. 5.1.3.9. Wypływ (plamy) lepiszcza

## 5.2. Klasyfikacja uszkodzeń nawierzchni betonowych

(1) W rozdziale zamieszczono listę uszkodzeń nawierzchni obejmującą: deformacje trwałe, pęknięcia, uszkodzenia powierzchni oraz uszkodzenia w obszarze łączenia płyt. Podano także kryterium oceny uszkodzenia oraz proponowane zabiegi remontowe. Przy opisie każdego rodzaju uszkodzenia podano przyczyny uszkodzenia, które podzielono na tzw. uszkodzenia przewidywane oraz uszkodzenia nieplanowane.

(2) Listę typowych uszkodzeń nawierzchni betonowych wraz z podaniem ich intensywności oraz technologii proponowanych zabiegów remontowych zestawiono w tab. 5.2.1.

**Tab. 5.2.1. Typowe uszkodzenia nawierzchni betonowych**

Rodzaj uszkodzenia nawierzchni		Kryterium oceny	Proponowany rodzaj technologii remontu
Deformacje trwałe	Poprzeczne (koleiny)	Głębokość <20 mm	Wartość dopuszczalna
		Głębokość ≥20 mm	Frezowanie <sup>1), 7)</sup> (Diamond Grinding)
	Podłużne	IRI <5,1 mm/m	Wartość dopuszczalna
		IRI ≥5,1 mm/m	Frezowanie <sup>1), 7)</sup> (Diamond Grinding)
	Podłużne – na długości płyt <sup>2)</sup> (paczenie)	Głębokość <6 mm/4 m	Wartość dopuszczalna
		Głębokość ≥6 mm/4 m	Frezowanie <sup>1), 7)</sup> (Diamond Grinding)
	Uskoki w szczelinach lub pęknięciach płyt	Głębokość <10 mm	Wartość dopuszczalna
		Głębokość <15 mm	Frezowanie <sup>1), 7)</sup> (Diamond Grinding)
Głębokość ≥15 mm		Wyrównanie poziomu i stabilizacja płyt lub wklejenie dybli	
Pęknięcia	Pojedyncze podłużne i ukośne	Długość pęknięcia <2 m	Uszczelnienie pęknięcia <sup>3)</sup>
		Długość pęknięcia ≥2 m	Zszywanie (kotwienie) i uszczelnienie pęknięcia <sup>3)</sup>
	Pojedyncze poprzeczne przez całą szerokość płyty	Szerokość pęknięcia <40 mm	Uszczelnienie pęknięcia <sup>4)</sup>
		Szerokość pęknięcia ≥40 mm	Uszczelnienie pęknięcia lub wklejenie dybli <sup>5)</sup>
	Pęknięcia naroży	Powierzchnia odłamania <0,5 m <sup>2</sup>	Uszczelnienie pęknięcia <sup>6)</sup> Wymiana fragmentu płyty
		Powierzchnia odłamania ≥0,5 m <sup>2</sup>	Zszywanie (kotwienie)
	Pęknięcia blokowe	<23% powierzchni/sekcja 10 m	Uszczelnienie pęknięć
		≥23% powierzchni/sekcja 10 m	Wymiana płyt
Uszkodzenia powierzchni	Wypolerowanie	Współczynnik tarcia >0,35	Wartość dopuszczalna
		Współczynnik tarcia ≥0,28	Śrutowanie nawierzchni Rowkowanie
		Współczynnik tarcia <0,28	Frezowanie <sup>1), 7)</sup> (Diamond Grinding)
	Pęknięcia mrozowe, alkaiczne, wyboje, ubytki, lejki, złuszczenia, wykruszenia miejscowe materiału na górnej powierzchni płyty, odpryski kruszywa	<23% powierzchni/sekcja 10 m	Uszczelnienie pęknięć, uzupełnienie złuszczeń i ubytków
≥23% powierzchni/sekcja 10 m		Frezowanie głębokie <sup>1), 8)</sup> lub wymiana płyt	
Uszkodzenia w obszarze łączenia płyt	Uszkodzenia szczeliny lub krawędzi	Suma uszkodzeń <8 m/sekcja 10 m	Uzupełnienie ubytków
		Suma uszkodzeń ≥8 m/sekcja 10 m	Wymiana płyt
	Uszkodzenia wypełnień szczelin (masy zalewowej, wkładek, profili)	Suma uszkodzeń <8 m/sekcja 10 m	Uszczelnienie szczelin
		Suma uszkodzeń ≥8 m/sekcja 10 m	Wymiana wypełnień w szczelinach
	Uszkodzenia nawierzchni z powodu nieprawidłowego ułożenia dybli i kotew	<23% sztuk/sekcja 10 m	Wymiana dybli lub kotew
		≥23% sztuk/sekcja 10 m	Wymiana płyty

<sup>1)</sup> zmiana trwałości zmęczeniowej konstrukcji nawierzchni w wyniku frazowania. Szacunkowo frezowanie do 2 cm grubości płyty powoduje obniżenie kategorii ruchu (np. z KR5 na KR4). Frezowanie do 3 cm powoduje szacunkowo obniżenie trwałości o 2 kategorii ruchu (np. z KR5 na KR3). W celu określenia rzeczywistej pozostałej trwałości zaleca się przeprowadzenie pomiarów czasy przemieszczeń (FWD) oraz identyfikację parametrów konstrukcji nawierzchni,  
<sup>2)</sup> w przypadku odcinków, na których występują dylatacje przy obiektach. Ocena równości podłużnej z użyciem łaty (długości 4 m) i klina,  
<sup>3)</sup> pęknięcia <3 mm – uszczelnienie masą zalewową. Pęknięcia >3 mm – uszczelnienie po wcześniejszym rozfrezowaniu i uzupełnieniu (np. wkładką lub kordem). Pęknięcia >40 mm – uszczelnienie po wcześniejszym poszerzeniu i uzupełnieniu kruszywem,  
<sup>4)</sup> pęknięcia <3 mm – uszczelnienie masą zalewową. Pęknięcia ≥3 mm – uszczelnienie po wcześniejszym rozfrezowaniu i uzupełnieniu (np. wkładką lub kordem),  
<sup>5)</sup> uszczelnienie po wcześniejszym poszerzeniu i uzupełnieniu kruszywem. W przypadku braku współpracy fragmentów płyty przedzielonych pęknięciem (LTE <0,8) konieczne wklejenie dybli,  
<sup>6)</sup> uszczelnienie pęknięcia, w przypadku szerokości pęknięcia <6 mm. Wymiana odłamanego fragmentu płyty i uzupełnienie mieszką mineralno-asfaltową (MMA), w przypadku szerokości pęknięcia ≥6 mm,  
<sup>7)</sup> możliwe jest połączenie zabiegu frezowania (Diamond grinding) z zabiegiem rowkowania (Grooving) w celu redukcji hałasu i zjawiska aquaplaningu,  
<sup>8)</sup> w przypadku frezowania na głębokość 10-15 cm uzupełnić płytę do pierwotnej grubości nowym materiałem, np. MMA.

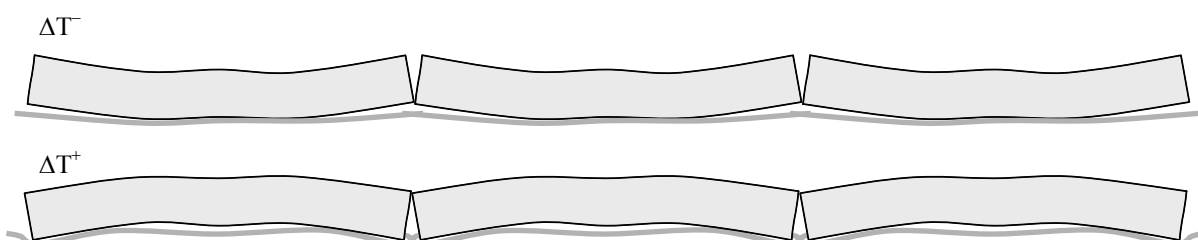


## Podłużne

(4) Pionowe przemieszczenie (wygięcie) powierzchni w obrębie górnej warstwy nawierzchni, identyfikowane w przekroju podłużnym w kierunku równoległym do osi jezdni (zgodnie z kierunkiem jazdy) w zakresie długości fali równości i megatekstury (rys. 5.2.1.3).

(5) Przyczyny nieplanowane:

- a) oddziaływanie temperatury (duży gradient na grubości płyty i różnica temperatur pomiędzy górną i dolną powierzchnią, większy niż przewidziano w projekcie) powodujące trwałe pionowe wygięcia płyt (do góry lub w dół),
- b) znaczne zmiany wilgotnościowe powodujące paczenie się płyt



Rys. 5.2.1.3. Schemat deформacji płyt w zależności od różnicy temperatur pomiędzy górną i dolną powierzchnią

## Podłużne na długości płyty (paczenie)

(6) Pionowe przemieszczenie (wygięcie) powierzchni w obrębie górnej warstwy nawierzchni, identyfikowane w przekroju podłużnym w kierunku równoległym do osi jezdni (zgodnie z kierunkiem jazdy) dla pojedynczej płyty (rys. 5.2.1.4).

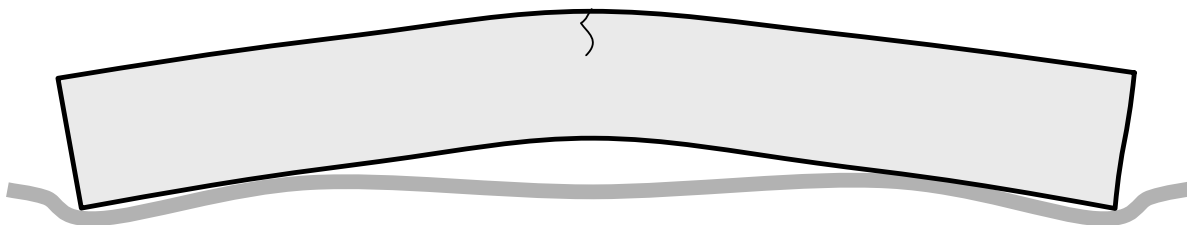
(7) Przyczyny przewidywane: brak

(8) Przyczyny nieplanowane:

- a) oddziaływanie temperatury (duży gradient na grubości płyty i różnica temperatur pomiędzy górną i dolną powierzchnią, większy niż przewidziano w projekcie) powodujące trwałe pionowe wygięcia pojedynczej płyty (do góry lub w dół) (rys. 5.2.1.5),
- b) znaczne zmiany wilgotnościowe powodujące paczenie się płyty.



Rys. 5.2.1.4. Widok deформacji podłużnych na długości płyty



Rys. 5.2.1.5. Schemat deformacji podłużnych na długości płyty

### Uskoki w szczelinach lub pęknięciach płyt

(9) Względne pionowe przemieszczenie krawędzi sąsiadujących płyt w obrębie szczeliny dylatacyjnej, skurczowej lub pęknięcia poprzecznego płyty (rys. 5.2.1.6 i 5.2.1.7).

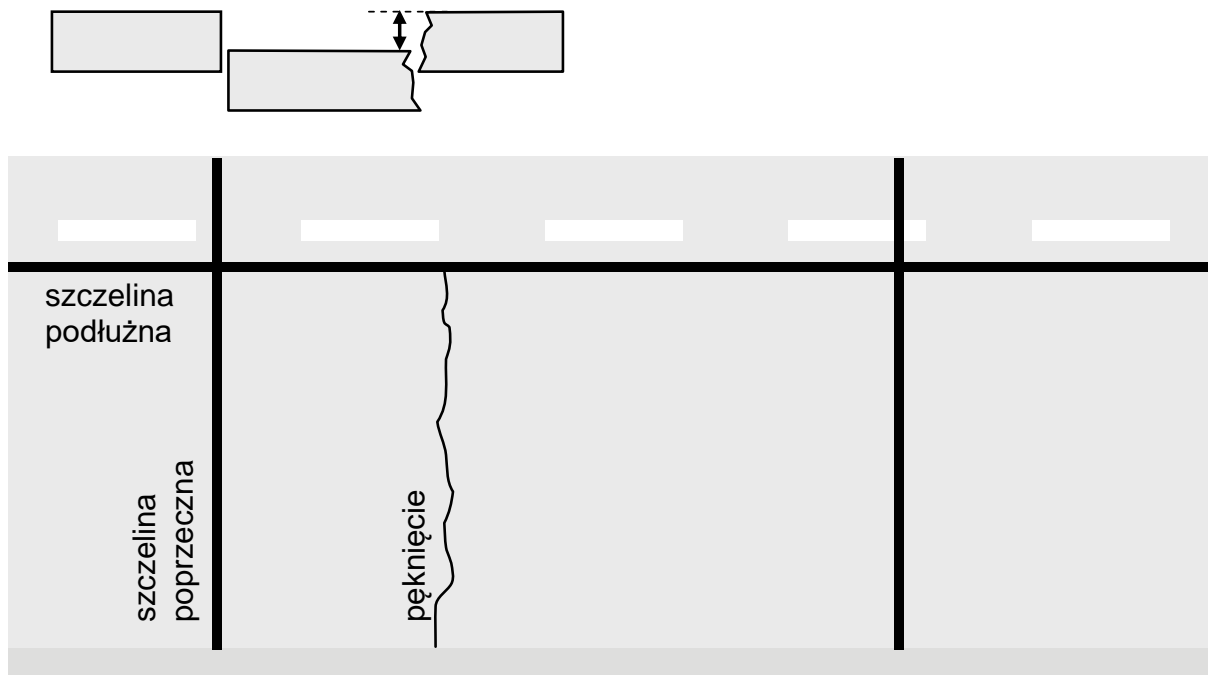
(10) Przyczyny przewidywane: degradacja podłoża lub podbudowy.

(11) Przyczyny nieplanowane:

- a) słaba współpraca płyt w szczelinie (mała zdolność do przenoszenia obciążenia z jednej płyty na drugą),
- b) mała nośność podłoża/podbudowy lub korpusu budowli ziemnej,
- c) występowanie wody pod płytami betonowymi,
- d) erozja podbudowy w miejscach połączeń płyt.



Rys. 5.2.1.6. Widok uskoków płyt



Rys. 5.2.1.7. Schemat uskoków płyt

## 5.2.2. Pęknięcia

### Pęknięcia pojedyncze podłużne i ukośne

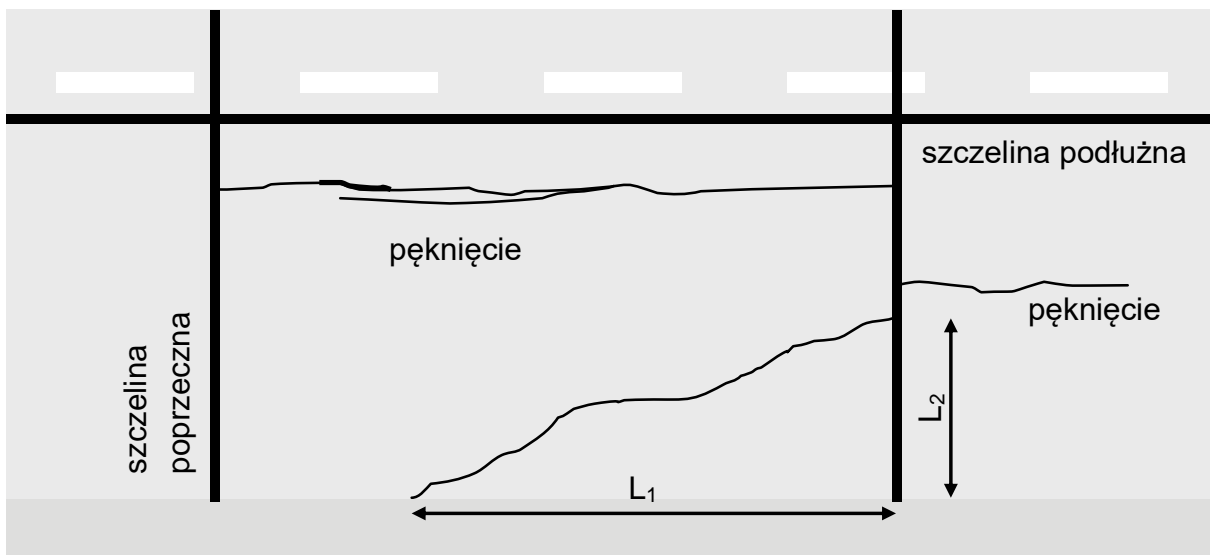
- (1) Rozdzielenie się struktury płyty na całej lub częściowej jej grubości tworząc dwie płaszczyzny, przebiegające wzdłuż dłuższego boku płyty, najczęściej równoległe/ukośnie do osi jezdni (kierunku jazdy), wzdłuż krawędzi (rys. 5.2.2.1, 5.2.2.2 i 5.2.2.3).
- (2) Przyczyny przewidywane: oddziaływanie obciążenia lub temperatury o charakterze zmęczeniowym.
- (3) Przyczyny nieplanowane:
  - a) zbyt duże wymiary w planie płyt,
  - b) zbyt cienkie płyty,
  - c) mała nośność podłoża/podbudowy lub korpusu budowli ziemnej,
  - d) brak podparcia płyty, oderwanie od podbudowy (podłoża),
  - e) mała wytrzymałość betonu płyty na rozciąganie,
  - f) nierównomierna szczepność z warstwą podbudowy,
  - g) błędy technologiczne przy układaniu mieszanki betonowej (przewibrowanie przy układaniu w śladach wibratorów).



Rys. 5.2.2.1. Widok pęknięcia podłużnego na długości płyty



Rys. 5.2.2.2. Widok krótkich pęknięć podłużnych



$$L_1 \gg L_2$$

Rys. 5.2.2.3. Schemat pęknięć podłużnych i ukośnych

### Pęknięcia pojedyncze poprzeczne przez całą szerokość płyty

(4) Rozdzielenie się struktury płyty na całej lub częściowej jej grubości tworząc dwie płaszczyzny (rys. 5.2.2.4 i 5.2.2.5), przebiegające w kierunku prostopadłym do dłuższego boku płyty, najczęściej prostopadłe do osi jezdni (kierunku jazdy).

(5) Przyczyny przewidywane: oddziaływanie obciążenia lub temperatury o charakterze zmęczeniowym.

(6) Przyczyny nieplanowane:

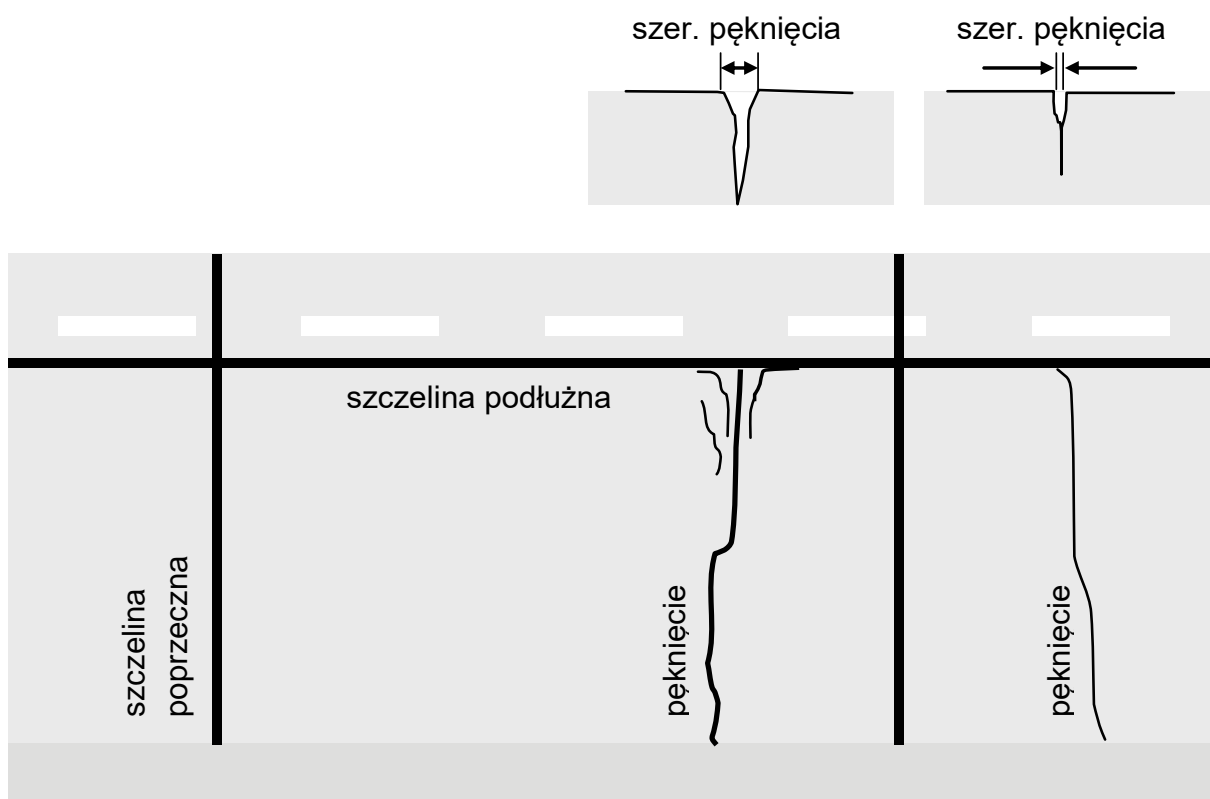
- a) oddziaływanie temperatury (duży gradient na grubości płyty i różnica temperatur pomiędzy górną i dolną powierzchnią, większy niż przewidziano w projekcie) powodujące przekroczenie naprężeń dopuszczalnych na rozciąganie w płycie,
- b) skurcz podczas procesu wiązania betonu (późne nacinanie szczelin),
- c) zbyt długie płyty (niewłaściwe wymiary i proporcje długości-szerokości-grubości),



- d) zbyt cienkie płyty,
- e) słaba nośność podłoża/podbudowy lub korpusu budowli ziemnej,
- f) źle wykonane szczeliny skurczowe/dylatacyjne,
- g) mała wytrzymałość płyty na rozciąganie,
- h) ograniczony poślizg płyty na sztywnej podbudowie,
- i) przekopowanie/odbicie uszkodzenia (pęknięcia) z dolnych warstw nawierzchni.



Rys. 5.2.2.4. Widok pęknięć poprzecznych



Rys. 5.2.2.5. Schemat pęknięć poprzecznych

## Pęknięcia naroży

(7) Rozdzielenie się struktury płyty na całej lub częściowej jej grubości tworząc dwie płaszczyzny, przebiegające skośnie w obszarze naroży płyty (rys. 5.2.2.6, 5.2.2.7 i 5.2.2.8),.

(8) Przyczyny przewidywane: oddziaływanie obciążenia lub temperatury o charakterze zmęczeniowym.

(9) Przyczyny nieplanowane:

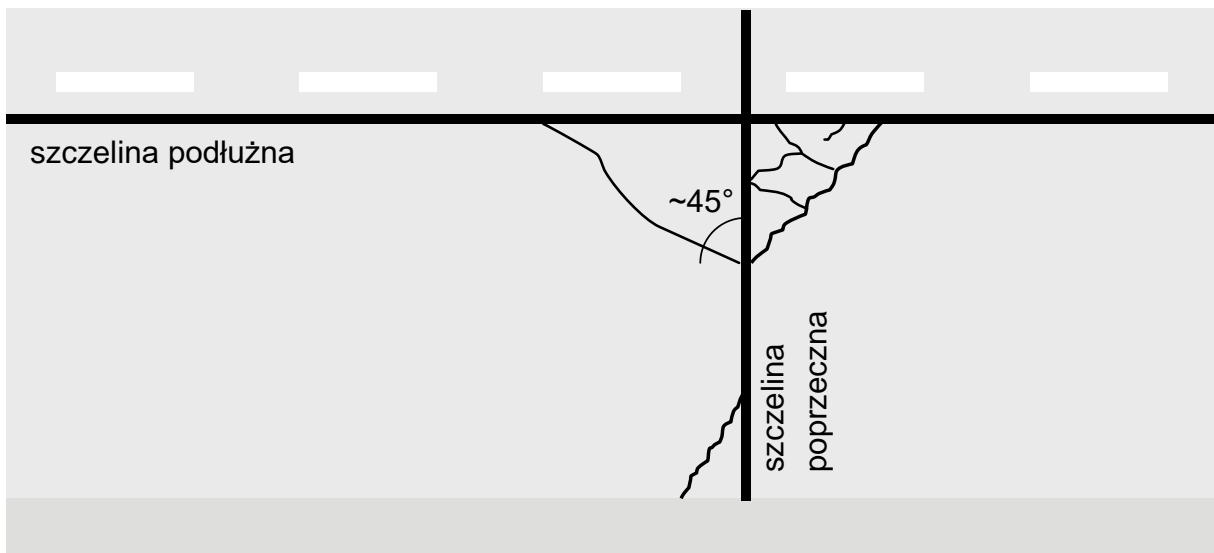
- a) zbyt cienkie płyty,
- b) mała nośność podłoża/podbudowy lub korpusu budowli ziemnej,
- c) brak podparcia płyty, oderwanie od podbudowy (podłoża),
- d) mała wytrzymałość betonu płyty na rozciąganie.



Rys. 5.2.2.6. Widok pęknięcia naroża



Rys. 5.2.2.7. Widok pęknięcia naroża z częściowym wykruszeniem



Rys. 5.2.2.8. Schemat pęknięcia naroża

### Pęknięcia blokowe

(10) Rozdzielenie się struktury płyty na całej jej grubości tworząc dwie lub więcej płaszczyzn (rys. 5.2.2.9, 5.2.2.10 i 5.2.2.11), przebiegające prostopadle i równoległe/ukośnie do osi jezdni (kierunku jazdy) wzajemnie przecinające się dzielące płyty na kilka odrębnych fragmentów (połamane płyty).

(11) Przyczyny przewidywane: oddziaływanie obciążenia lub temperatury o charakterze zmęczeniowym.

(12) Przyczyny nieplanowane:

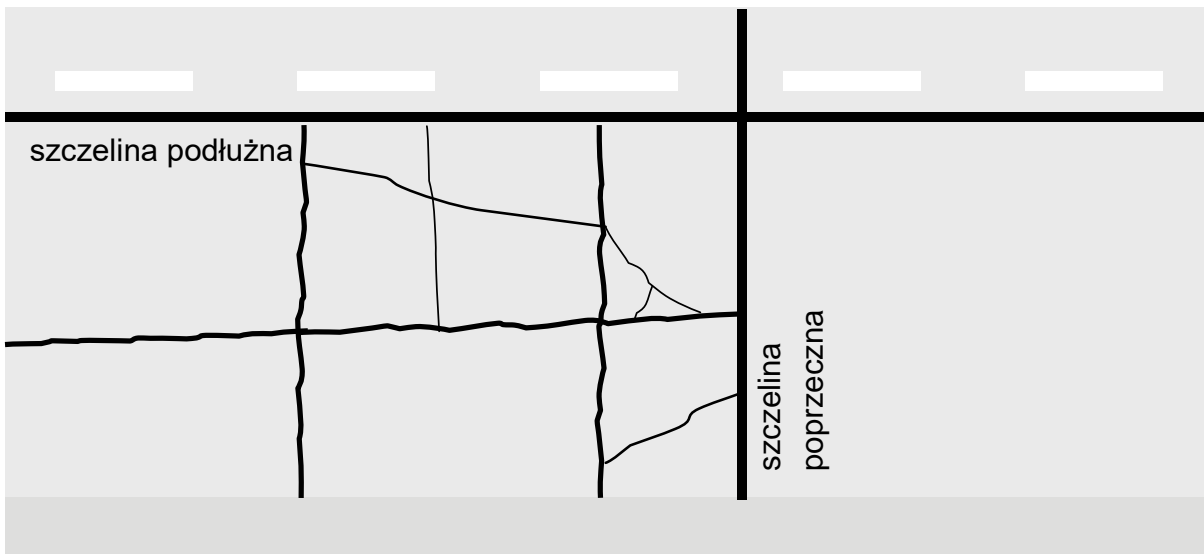
- a) niedowibrowanie nad dyblami,
- b) zbyt duże wymiary w planie płyt,
- c) zbyt cienkie płyty,
- d) mała nośność podłoża/podbudowy lub korpusu budowli ziemnej,
- e) mała wytrzymałość płyty na rozciąganie.



Rys. 5.2.2.9. Widok pęknięć blokowych



Rys. 5.2.2.10. Widok pęknięć blokowych w obszarze naroża



Rys. 5.2.2.11. Schemat pęknięć blokowych

### 5.2.3. Uszkodzenia powierzchni

#### Wypolerowanie

(1) Uszkodzenia związane z polerowaniem powierzchniowych ziaren kruszywa lub zaczynu cementowego na powierzchni płyty powodujące niewłaściwą teksturę i cechy przeciwpoślizgowe (rys. 5.2.3.1).

(2) Przyczyny przewidywane: polerowanie górnej powierzchni płyty przez koła pojazdów.

(3) Przyczyny nieplanowane:

- a) źle dobrany skład i jakość mieszanki (kruszywo, cement), mała odporność kruszywa na polerowanie,
- b) czynniki eksploatacyjne – oddziaływanie środków zimowego utrzymania, paliwa, oleje.



Rys. 5.2.3.1. Widok wypolerowanej powierzchni płyty

### Pęknięcia mrozowe

(4) Uszkodzenia powierzchniowe mające charakter nieregularnej siatki (rys. 5.2.3.2a i 5.2.3.3) lub pęknięcia równoległe do krawędzi płyt zaokrąglające się w narożach (rys. 5.2.3.2b i 5.2.3.4).

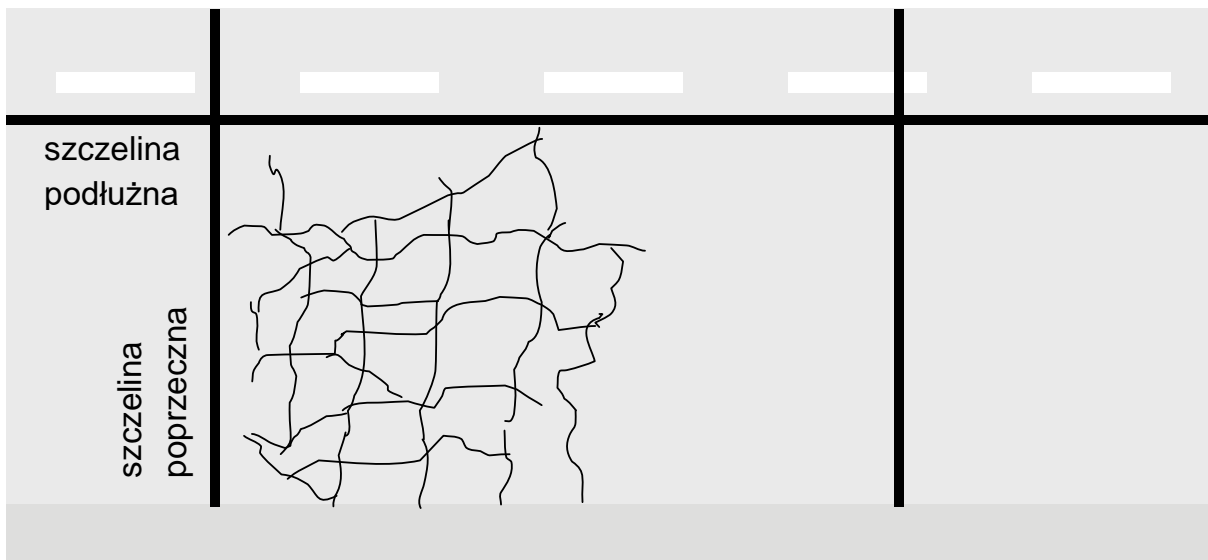
(5) Przyczyny przewidywane: brak

(6) Przyczyny nieplanowane:

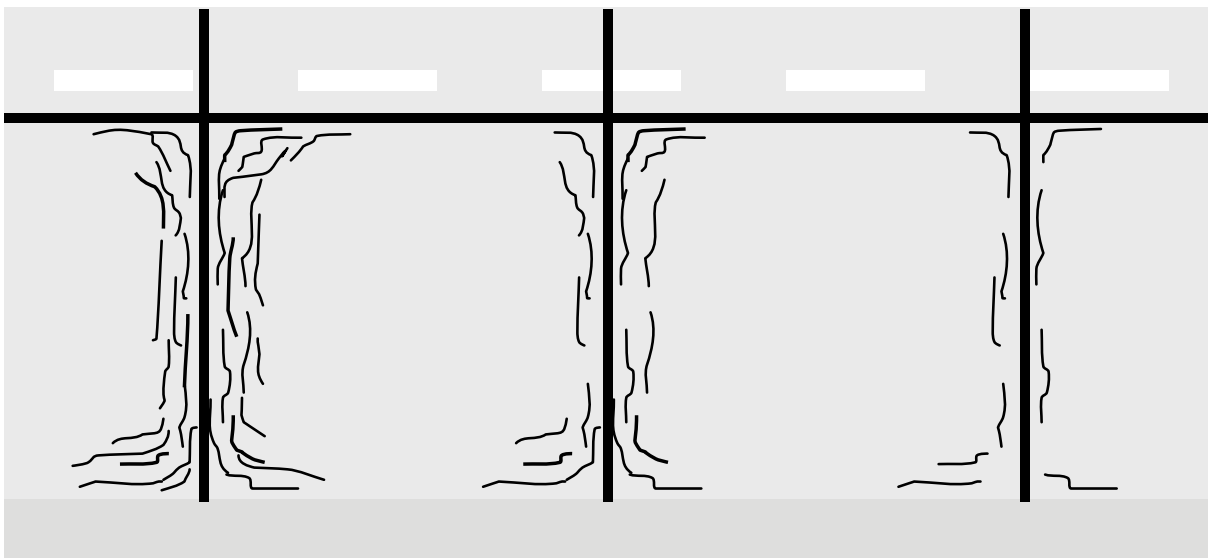
- a) niska odporność betonu na cykle zamrażania-odmrażania,
- b) źle dobrany skład i jakość mieszanki (kruszywo, cement),
- c) niewłaściwa jakość grubego kruszywa,
- d) niska odporność betonu na oddziaływanie środków zimowego utrzymania.



Rys. 5.2.3.2. Widok pęknięć mrozowych: a) w postaci nieregularnej siatki; b) przy krawędzi płyty



Rys. 5.2.3.3. Schemat pęknięć mrozowych



Rys. 5.2.3.4. Schemat pęknięć mrozowych przy krawędziach płyt

### Spękania alkaliczne

(7) Uszkodzenia powstające w wyniku reakcji między alkaliowymi i aktywną krzemionką zawartą w kruszywie. Powstający żel ma tendencję do zwiększania objętości a w efekcie destrukcji betonu. Istnieje również inny rodzaj szkodliwej reakcji a mianowicie reakcja między alkaliowymi i kruszywami z wapieni dolomitowych (rys. 5.2.3.5 i 5.2.3.6).

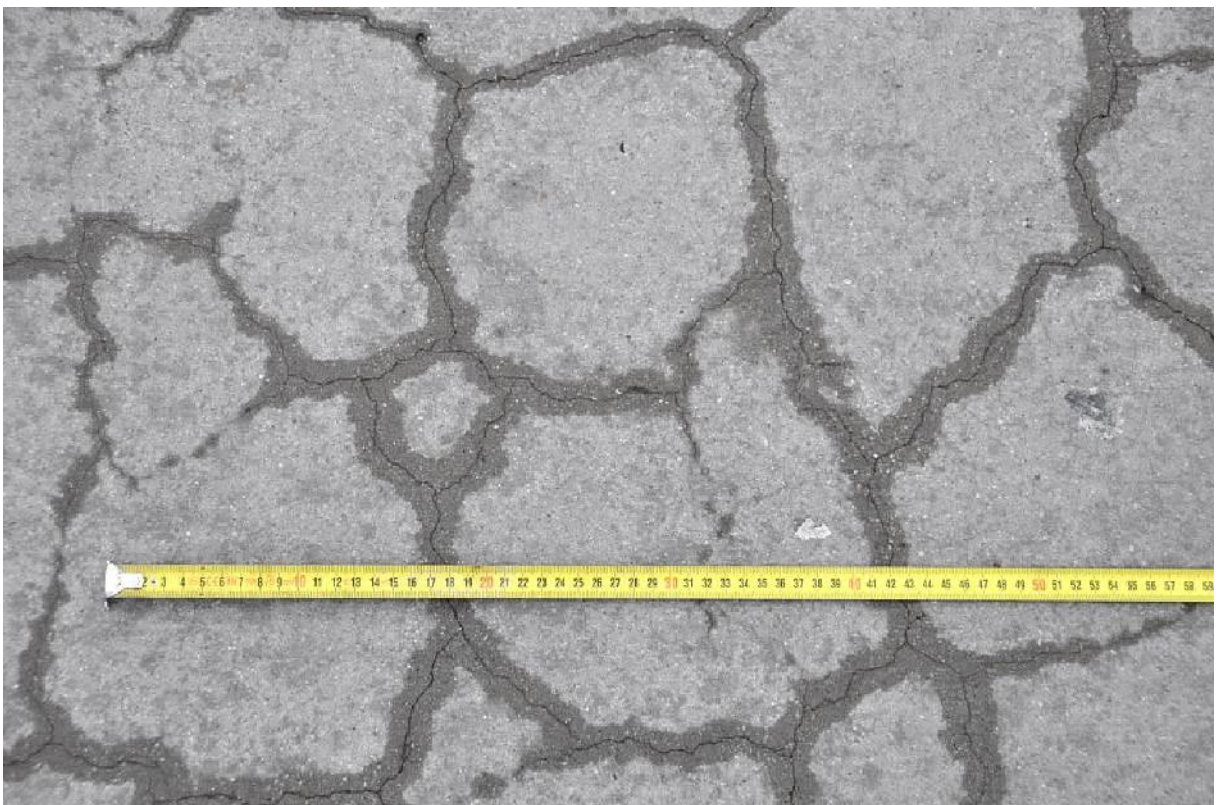
(8) Przyczyny przewidywane: brak

(9) Przyczyny nieplanowane:

- a) duża zawartość alkaliów w cemencie,
- b) reaktywność alkaliczna kruszywa,
- c) działanie środków zimowego utrzymania,
- d) kruszywa wapienne dolomitowe.



Rys. 5.2.3.5. Widok pęknięć alkalicznych



Rys. 5.2.3.6. Widok pęknięć alkalicznych

#### **Pęknięcia spowodowane niewłaściwą pielęgnacją**

(10) Wskutek niewłaściwej pielęgnacji betonu w pierwszym okresie po wykonaniu nawierzchni występuje skurcz plastyczny pojawiający się w twardniejącym betonie (rys. 5.2.3.7).

(11) Przyczyny przewidywane: brak

- (12) Przyczyny nieplanowane:
- a) niewłaściwa pielęgnacja,
  - b) nieodpowiednia konsystencja betonu.



Rys. 5.2.3.7. Widok pęknięć spowodowane niewłaściwą pielęgnacją

### Wyboje

- (13) Uszkodzenia powstające miejscowo (rys. 5.2.3.8) wskutek wad betonu polegające na niskiej odporności na działanie niskich temperatur (cykli zamrażania i odmrażania).
- (14) Przyczyny przewidywane: brak
- (15) Przyczyny nieplanowane:
- a) zanieczyszczone kruszywo (zaglinione),
  - b) niedogęszczona mieszanka betonowa.



Rys. 5.2.3.8. Widok wyboju



## Ubytki ziaren/lejki

(16) Obserwowane na powierzchni odpryski zaprawy wraz z odspojeniem ziaren spowodowane są obecnością pojedynczych ziaren zbyt porowatych lub zwietrzałych skał węglanowych (rys. 5.2.3.9 i 5.2.3.10). Z powodu małej gęstości objętościowej ziarna te pod wpływem zagęszczania mają tendencję do wypływania na powierzchnię. W związanym betonie nasączają się wodą i wskutek pojawiającego się ciśnienia wywołują destrukcję zaprawy co w efekcie powoduje odspojenie zaprawy na powierzchni i destrukcję powierzchni oraz odpryski kruszywa. Czasami przyczyną kraterów z białym nalotem jest występowanie aluminium (pochodzącego ze skrzyń samochodów), który wchodzi w reakcję z wodą.

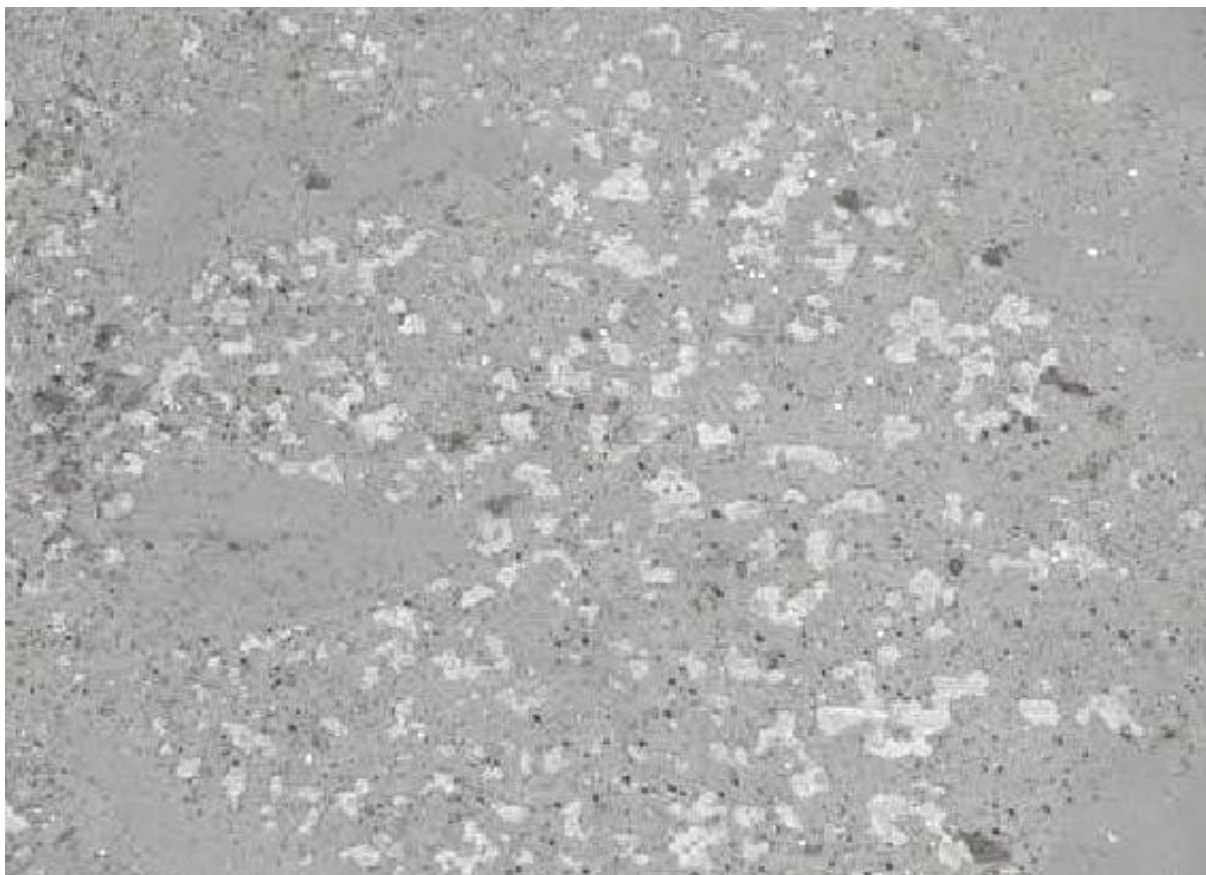
(17) Przyczyny przewidywane: brak

(18) Przyczyny nieplanowane:

- a) porowate kruszywo (lekkie kruszywa),
- b) kruszywa pochodzenia węglanowego,
- c) opiłki aluminium.



Rys. 5.2.3.9. Widok ubytków ziaren/lejków



Rys. 5.2.3.10. Widok ubytków ziaren/lejków

## Złuszczenia

(19) Obserwuje się złuszczenie cienkiej warstwy powierzchniowej z zaprawy lub zaczynu, uszkodzenia tego typu powstają wskutek niewłaściwego zawibrowania betonu lub nieodpowiedniego składu (rys. 5.2.3.11).

(20) Przyczyny przewidywane: brak

(21) Przyczyny nieplanowane:

- a) niewłaściwy skład betonu,
- b) sedimentacja i rozwarstwienie mieszanki betonowej po ułożeniu.



Rys. 5.2.3.7.1. Widok złuszczeń

## 5.2.4. Uszkodzenia w obszarze łączenia płyt

### Uszkodzenia szczeliny/krawędzi

(1) Ubytki, wykruszenia, pęknięcia pojedyncze i siatkowe oraz obłamania w odległości do 10 cm od krawędzi szczeliny, zazwyczaj nie sięgające na całą głębokość płyty lecz przecinające powierzchnię boczną płyty. Bywają większe uszkodzenia wskutek wadliwego wbudowania dybli lub kotew (rys. 5.2.4.1, 5.2.4.2 i 5.2.4.3).

(2) Przyczyny przewidywane: oddziaływanie obciążenia lub temperatury o charakterze zmęczeniowym.

(3) Przyczyny nieplanowane:

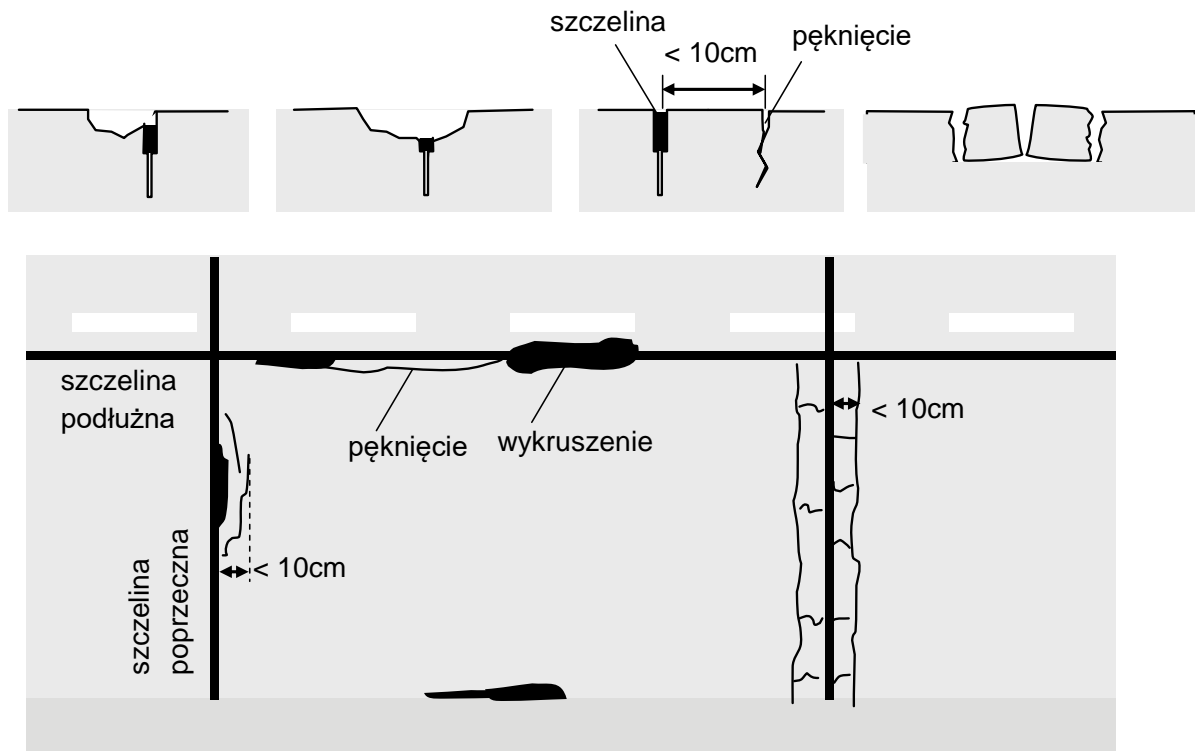
- a) źle wykonane/wykończone szczeliny,
- b) źle utrzymana nawierzchnia – zanieczyszczenia powierzchni, wolne kruszywo,
- c) źle dobrany skład mieszanki (kruszywo, cement),
- d) błędy w wykonaniu nawierzchni: niedogęszczenie, zła pielęgnacja, niezachowany reżim technologiczny na etapie dojrzewania, niewłaściwie wykonane lub wypełnienia szczelin,
- e) błędy w ułożeniu dybli,
- f) wysoka temperatura, przekraczająca założenia projektowe,
- g) erozja podbudowy w miejscach połączeń płyt.



Rys. 5.2.4.1. Widok uszkodzenia szczeliny płyty



Rys. 5.2.4.2. Widok uszkodzenia szczeliny płyty



Rys. 5.2.4.3. Schemat uszkodzeń przy szczelinach

#### Uszkodzenia wypełnień szczelin (masy zalewowej, wkładek, profili)

(4) Wyływy, wykruszenia, nieszczelności wypełnień stosowanych w szczelinach dylatacyjnych i skurczowych (rys. 5.2.4.4 i 5.2.4.5).

(5) Przyczyny przewidywane:

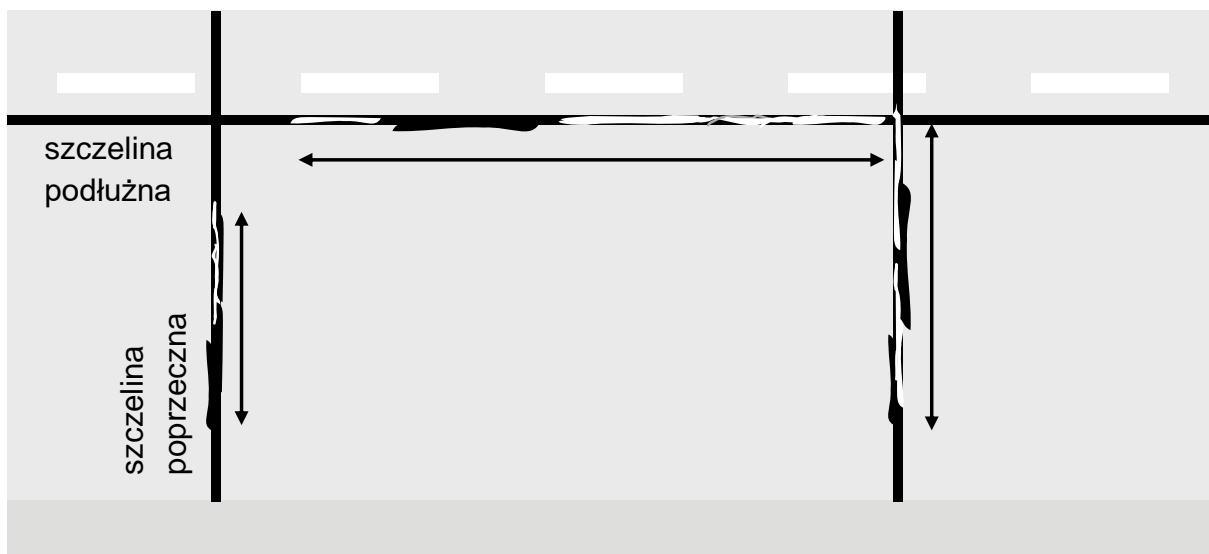
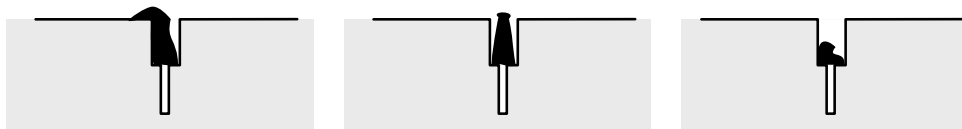
- a) czynniki eksploatacyjne: oddziaływanie środków zimowego utrzymania, paliwa, oleje,
- b) warunki klimatyczne: wielokrotne cykle zamarzania i odwilży oraz znaczne wahania dobowe temperatury, powodujące nadmierne rozszerzanie i kurczenie się szczelin.

(6) Przyczyny nieplanowane:

- a) źle zastosowane i wykonane wypełnienia szczelin, nieodpowiednie profile,
- b) zły rodzaj materiału wypełniającego – starzenie, twardnienie, zmiana cech sprężystych, uplastycznienie, niewłaściwa przyczepność,
- c) źle wykonane/wykończone szczeliny,
- d) źle utrzymana nawierzchnia – zanieczyszczenia powierzchni, wolne kruszywo.



Rys. 5.2.4.4. Widok uszkodzenia wypełnień w szczelinie



Rys. 5.2.4.5. Schemat uszkodzenia wypełnień w szczelinach

### 5.2.5. Uszkodzenia nawierzchni z powodu nieprawidłowej pracy dybli i kotew

(1) Korozje dybli/kotew, wykruszenia i pęknięcia betonu wokół dybli/kotew oraz korozja stali. Nieprawidłowo ułożone dyble (posiadające odchyłki od płaszczyzny poziomej i pionowej) (rys. 5.2.5.1. 5.2.5.2 i 5.2.5.3).

(2) Przyczyny przewidywane: oddziaływanie obciążenia lub temperatury o charakterze zmęczeniowym.

(3) Przyczyny nieplanowane:

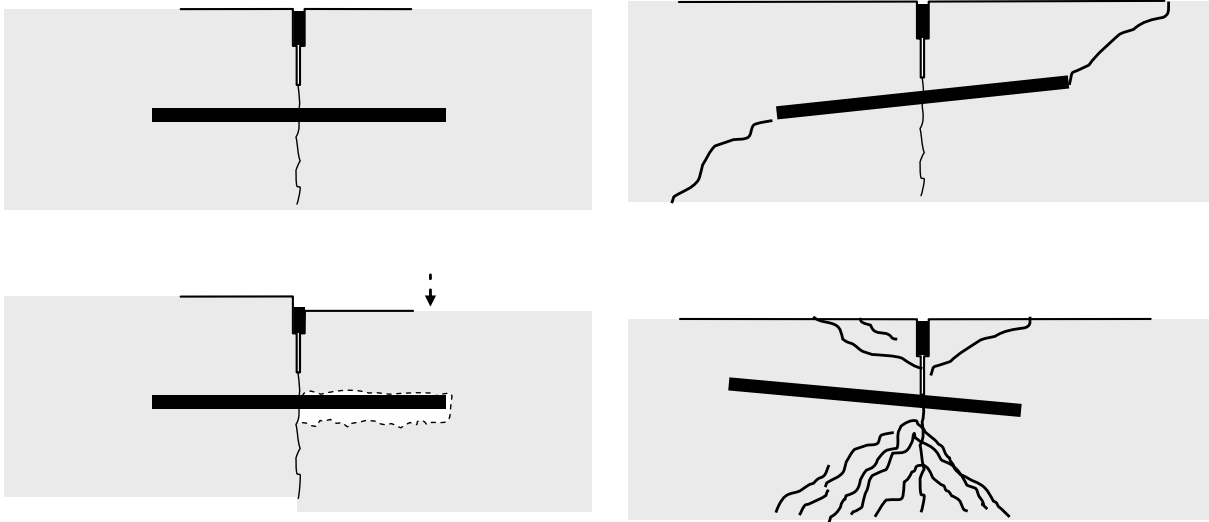
- a) niewłaściwe ułożenie i zaprojektowanie dybli/kotew,
- b) zły rodzaj materiału, uszkodzona powłoka dybli,
- c) uszkodzenia, nieszczelność w szczelinach,
- d) wadliwie ułożone dyble/kotwy, brak właściwej otuliny,
- e) erozja podbudowy w miejscach połączeń płyt.



Rys. 5.2.5.1. Widok uszkodzeń z powodu nieprawidłowej pracy dybli



Rys. 5.2.5.2. Widok uszkodzeń z powodu nieprawidłowej pracy i korozji dybli



Rys. 5.2.5.3. Schemat uszkodzeń z powodu nieprawidłowej pracy i ułożenia dybli



## 6. Klasyfikacja uszkodzeń nawierzchni dróg dla pieszych, dróg dla rowerów lub dróg dla pieszych i rowerów

(1) Wyróżnia się następujące podstawowe rodzaje uszkodzeń nawierzchni dróg dla pieszych, dróg dla rowerów lub dróg dla pieszych i rowerów:

- a) wyboje (ubytek mieszanki mineralno-asfaltowej w warstwie ścieralnej i wiążącej sięgający podbudowy),
- b) braki elementów (brak ciągłości w wyniku braku płyt chodnikowych, kostki i innych elementów drobnowymiarowych),
- c) głębokie złuszczenia (ubytki powierzchniowe asfaltowej warstwy ścieralnej lub ubytki materiału na nawierzchni z betonu cementowego),
- d) zapadnięcia (lokalne, powierzchniowe zagłębienia bez ubytków),
- e) sfalowania (powierzchniowe zagłębienia i wyniesienia nawierzchni bezpośrednio po sobie występujące),
- f) lokalne nierówności (nierówności powierzchniowe, uskoki, obniżenia spowodowane błędami projektowymi i wykonawczymi),
- g) wyniesione lub zapadnięte urządzenia obce (różnice pomiędzy poziomem nawierzchni i urządzeń obcych).

(2) Przyczyny przewidywane:

- a) oddziaływanie temperatury o charakterze zmęczeniowym,
- b) oddziaływanie niskiej lub wysokiej temperatury,
- c) oddziaływanie obciążeń głównie o charakterze ścierającym,
- d) oddziaływanie obciążeń od pojazdów służb miejskich (pługów do odśnieżania, kosiarek samobieżnych, samochodów do wywozu śmieci itp.) (rys. 6.11).

(3) Przyczyny nieplanowane:

- a) wypiętrzenie nawierzchni przez rosnące korzenie drzew (rys. 6.1, 6.2 i 6.3),
- b) erozja podbudowy spowodowana nieprawidłowym odprowadzeniem wód opadowych,
- c) osiadanie podbudowy spowodowane błędami wykonawczymi (brak odpowiedniej stabilizacji podbudowy lub podłoża) (rys. 6.4, 6.5 i 6.6),
- d) błędnie instalowane urządzenia obce w nawierzchni chodników (różnice niwelety) (rys. 6.7 i 6.8),
- e) błędy wykonawcze nawierzchni chodnika, np. braki wypełnienia szczelin w elementach drobnowymiarowych (brak stabilizacji elementów), zbyt luźne układanie elementów drobnowymiarowych (rys. 6.9),
- f) uszkodzenia spowodowane błędami materiałowymi (np. złuszczenia elementów betonowych wywołane reakcją alkalia-kruszywo lub obecnością margla) (rys. 6.10).



Rys. 6.1. Sfalowania płyt chodnikowych

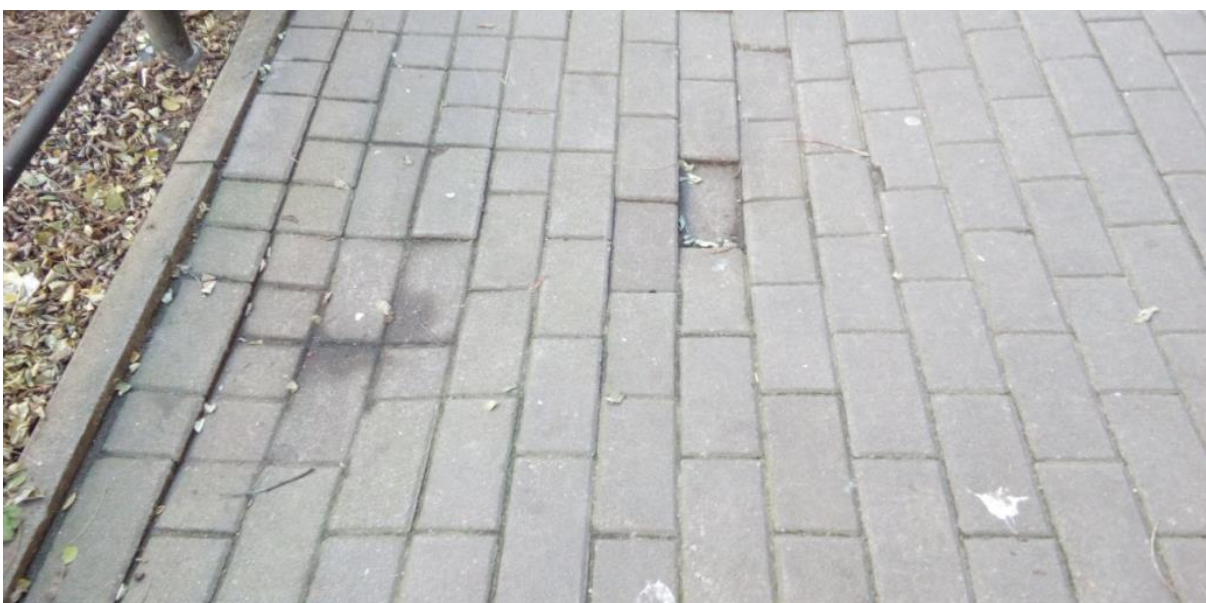




Rys. 6.2. Sfalowania i ubytki kostki betonowej spowodowane korzeniami drzew



Rys. 6.3. Sfalowania płyt betonowych spowodowane korzeniami drzew



Rys. 6.4. Zapadnięcia lokalne bez ubytków



Rys. 6.5. Zapadnięcia lokalne bez ubytków



Rys. 6.6. Zapadnięcia lokalne bez ubytków



Rys. 6.7. Wyniesione urządzenia obce



Rys. 6.8. Wyniesione urządzenia obce



Rys. 6.9. Braki elementów chodnika z kostki kamiennej



Rys. 6.10. Głębokie złuszczenia płyt chodnikowych z betonu cementowego



Rys. 6.11. Uszkodzenia chodnika z kostki betonowej spowodowane ruchem pojazdów utrzymania zimowego

## 7. Klasyfikacja uszkodzeń poboczy i odwodnienia dróg

### 7.1. Klasyfikacja uszkodzeń poboczy

(1) Wyróżnia się cztery podstawowe rodzaje uszkodzeń poboczy o nawierzchni gruntowej:

- a) pobocze „skoleinowane” pierwszego rodzaju (zaniżone/zawyżone), powstałe wskutek ruchu pojazdów (rys. 7.1.1),
- b) pobocze „skoleinowane” drugiego rodzaju (zaniżone/zawyżone), powstałe w wyniku działania sił natury (rys. 7.1.2),
- c) pobocze zaniżone, powstałe w wyniku błędów wykonawczych (rys. 7.1.3),
- d) pobocza zawyżone, powstałe wskutek zjawiska tzw. „rośnięcia pobocza” (rys. 7.1.4).

(2) W przypadku oceny poboczy o nawierzchni gruntowej inwentaryzacja polega na wskazaniu lokalizacji odcinków drogi z różnicą uskoku pomiędzy powierzchnią jezdni a poboczem.

(3) W przypadku poboczy o nawierzchni twardej przewiduje się zakres klasyfikacji uszkodzeń jak dla nawierzchni jezdni.

(4) Przyczyny przewidywane:

- a) oddziaływanie obciążeń od ruchu głównie samochodów ciężarowych,
- b) erodujące oddziaływanie wód opadowych odprowadzanych z nawierzchni jezdni.

(5) Przyczyny nieplanowane:

- a) osiadanie pobocza nieutwardzonego spowodowane błędami wykonawczymi (brak odpowiedniej stabilizacji pobocza lub podłoża pod nim),
- b) błędy wykonawcze pobocza o nawierzchni gruntowej, np. znaczne zniżenie/zawyżenie niwelety pobocza w stosunku do poziomu nawierzchni jezdni,
- c) brak zabiegów utrzymaniowych, głównie ścinania zawyżonych lub uzupełniania zaniżonych poboczy.



**Rys. 7.1.1. Pobocze „skoleinowane” pierwszego rodzaju (zaniżone), powstałe wskutek ruchu pojazdów**



Rys. 7.1.2. Pobocze „skoleinowane” drugiego rodzaju (zaniżone), powstałe w wyniku działania sił natury



Rys. 7.1.3. Pobocze zaniżone, powstałe w wyniku błędów wykonawczych (brak uzupełnienia)



Rys. 7.1.4. Pobocze zawyżone, powstałe wskutek zjawiska tzw. „rośnięcia pobocza”

## 7.2. Klasyfikacja uszkodzeń odwodnienia dróg

(1) W przypadku usytuowania elementu odwodnienia (np. rynny ściekowej) bezpośrednio przy jezdni, poboczu o nawierzchni twardej, pobocze o nawierzchni gruntowej na tym odcinku drogi nie podlega ocenie. Pobocza o nawierzchni gruntowej zlokalizowane za poboczami o nawierzchni twardej, podlegają ocenie w ramach systemu.

(2) Przyczyny przewidywane: erodujące lub zamulające oddziaływanie wód opadowych odprowadzanych z nawierzchni jezdni i z poboczy.

(3) Przyczyny nieplanowane:

- a) brak zabiegów utrzymaniowych, głównie udrażniania przepustów, odmulania rowów (rys. 7.2.1, 7.2.3, 7.2.4 i 7.2.5),
- b) brak możliwości odprowadzenia wody z rowów (np. stosowanie zjazdów na pola bez przepustów) (rys. 7.2.2),
- c) osiadanie przepustów spowodowane błędami wykonawczymi (np. brak odpowiedniej stabilizacji podłoża pod przepustem, podmywanie przepustu).





Rys. 7.2.1. Nieregularna linia odwodnienia, rynny zarośnięte chwastami – stan niezadowalający



Rys. 7.2.2. Brak odpływu wody, elementy odwodnień zasypane – stan zły



Rys. 7.2.3. Przepusty niedrożne powyżej 30% – stan zły



Rys. 7.2.4. Przepust niedrożny powyżej 50% – stan zły



Rys. 7.2.5. Wpusty studzienek kanalizacyjnych i studzienki zasypane – stan zły

