

Wytyczne utrzymania nawierzchni jezdni i poboczy dróg samorządowych

Część 2: Diagnostyka

01-2023.05.10

**Wzorce i standardy
rekomendowane przez
Ministra właściwego ds. transportu**

WR-D-83-2

WR-D-83-2

Wytyczne utrzymania nawierzchni jezdni i poboczy dróg samorządowych. Część 2: Diagnostyka

Wersja: **01**

Obowiązuje od: **2023.05.10**

Rekomendował: **Minister Infrastruktury w dniu 10 maja 2023 r. (DDP-4.0600.5.2022)**

Wzorce i standardy rekomendowane przez Ministra właściwego ds. transportu:

- 1) nie stanowią przepisów techniczno-budowlanych, ale stanowią jeden ze zbiorów zasad wiedzy technicznej 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.

Sporządzono na podstawie „Wytycznych utrzymania dróg samorządowych. Część 2: Diagnostyka” opracowanych przez Zespół w składzie:

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

Koordynator zamówienia: Stanisław Gaca

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. 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

4.3. Równość poprzeczna

4.4. Właściwości przeciwpoślizgowe

4.5. Uszkodzenia powierzchniowe

4.5.1. Wprowadzenie

4.5.2. Metodologia badań i technika pomiarowa

4.5.3. Fotorejestracja uszkodzeń powierzchniowych

4.5.4. Zasady identyfikacji uszkodzeń 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 uszkodzeń powierzchniowych

4.5.13. Procedury obliczania wielkości stanu

4.6. Procedura obliczania wskaźników stanu

4.6.1. Wprowadzenie

4.6.2. Wskaźniki stanu w poszczególnych wariantach oceny stanu nawierzchni asfaltowych

4.6.3. Wskaźniki stanu w poszczególnych wariantach oceny stanu nawierzchni betonowych

4.6.4. Wskaźnik oceny ogólnej

4.7. Kontrola stanu pasa drogowego

4.7.1. Wprowadzenie

4.7.2. Metodologia badań i technika pomiarowa

4.7.3. Wymagania jakościowe dotyczące fotorejestracji pasa drogowego

5. Kontrola stanu dróg na podstawie oceny wizualnej

5.1. Asfaltowe nawierzchnie jezdni

5.2. Betonowe nawierzchnie jezdni

5.3. Części poboczy o nawierzchni twardej

5.4. Pobocza lub części poboczy o nawierzchni twardej

6. Klasyfikacja uszkodzeń nawierzchni

6.1. Asfaltowe nawierzchnie jezdni

6.1.1. Deformacje trwałe

6.1.2. Spękania

6.1.3. Uszkodzenia powierzchniowe

6.2. Betonowe nawierzchnie jezdni

6.2.1. Deformacje trwałe

6.2.2. Pęknięcia

6.2.3. Uszkodzenia powierzchni

6.2.4. Uszkodzenia w obszarze łączenia płyt

6.2.5. Uszkodzenia nawierzchni z powodu nieprawidłowej pracy dybli i kotew

6.3. Części poboczy o nawierzchni twardej

6.4. Pobocza lub części poboczy o nawierzchni gruntowej

1. Przedmiot i zakres stosowania

- (1) Wytyczne utrzymania nawierzchni jezdni i poboczy dróg samorządowych składają się z trzech części, obejmujących swym zakresem:
- a) wymagania podstawowe (WR-D-83-1),
 - b) diagnostykę (WR-D-83-2),
 - c) katalog typowych rozwiązań materiałowo-technologicznych stosowanych przy remontach (WR-D-83-3).
- (2) Przedmiotem niniejszych wytycznych są zasady i metody oceny stanu nawierzchni jezdni i poboczy dróg samorządowych, w tym klasyfikacji ich uszkodzeń.
- (3) Wytyczne stosuje się do diagnostyki nawierzchni jezdni i poboczy dróg kategorii:
- a) krajowej, których zarządcą nie jest Generalny Dyrektor Dróg Krajowych i Autostrad,
 - b) wojewódzkiej,
 - c) powiatowej,
 - d) gminnej.
- (4) Wytyczne stosuje się do diagnostyki:
- a) jezdni o nawierzchni twardej (asfaltowej lub betonowej), w tym placów i stanowisk postojowych,
 - b) części poboczy o nawierzchni twardej (opasek zewnętrznych, pasów awaryjnych) oraz opasek wewnętrznych,
 - c) poboczy lub części poboczy o nawierzchni gruntowej.

2. Wykaz opracowań powołanych

2.1. Akty prawne

- [1] Ustawa z dnia 21 marca 1985 r. o drogach publicznych (Dz. U. z 2023 r. poz. 645, z późn. zm.).

2.2. Pozostałe opracowania

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

3. Definicje i objaśnienia skrótów

3.1. Definicje

Cechy nawierzchni – właściwości nawierzchni, które zmieniają się w procesie eksploatacji. Synonimami dla określenia „cechy nawierzchni” są terminy: „cechy eksploatacyjne” oraz „cechy techniczno-eksploatacyjne”. Cechy nawierzchni są badane w ramach diagnostyki stanu nawierzchni. Przykładem cechy nawierzchni jest równość.

Cechy powierzchniowe – właściwości techniczno-eksploatacyjne górnej powierzchni nawierzchni, które zmieniają się w procesie eksploatacji. Określa się je zgodnie z WR-D-64.

Diagnostyka stanu nawierzchni – proces pozyskiwania informacji o cechach nawierzchni drogowych, a także klasyfikacja i ocena ich wielkości, którego celem jest podjęcie wymaganych wytycznymi działań służących poprawie stanu nawierzchni oraz warunków ruchu.

Głębokość koleiny – miara nierówności w przekroju poprzecznym przy metodzie profilometrycznej.

IRI – międzynarodowy wskaźnik równości, stanowiący podstawowy parametr równości podłużnej, obliczany na podstawie profilu podłużnego nawierzchni, zgodnie z przyjętą powszechnie procedurą. Charakteryzuje komfort jazdy poprzez symulację pracy zawieszenia umownego pojazdu („golden car”, „quarter car”) poruszającego się z prędkością 80 km/h na długości analizowanego odcinka nawierzchni. Podawany jest w jednostkach nachylenia: mm/m lub m/km.

Kategoria ruchu – jeden z przedziałów określających ruch projektowy od KR0 do KR7, w zależności od sumarycznej liczby osi równoważnych 100 kN lub 115 kN w okresie projektowym.

Konstrukcja nawierzchni lub nawierzchnia – zespół odpowiednio dobranych warstw, którego celem jest rozłożenie naprężenia od kół pojazdów na podłoże gruntowe nawierzchni oraz zapewnienie bezpieczeństwa i komfortu jazdy pojazdów. Konstrukcja nawierzchni spoczywa na podłożu gruntowym lub na warstwie ulepszonych podłoża. Określenia „konstrukcja nawierzchni” i „nawierzchnia” są równoznaczne i mogą być stosowane wymiennie.

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

Nawierzchnia gruntowa – nawierzchnia z gruntu rodzimego lub nasypowego, ulepszonych mechanicznie lub chemicznie, w której dopuszcza się wykonanie wierzchniej warstwy z kruszywa naturalnego, sztucznego lub pochodzącego z recyklingu.

Nawierzchnia twarda – nawierzchnia niebędąca nawierzchnią gruntową.

Normowanie – wyznaczanie wartości stanu dla parametru prostego na podstawie wielkości stanu.

Nośność – podstawowa cecha nawierzchni opisująca jej zdolność do przenoszenia obciążeń od ruchu drogowego.

Odcinek jednorodny – odcinek drogi jednorodny pod względem rodzaju warstwy ścieralnej, roku i rodzaju ostatniego zabiegu remontowego oraz kategorii ruchu.

Parametr dominujący – parametr techniczno-eksploatacyjny nawierzchni, który oceniony został w klasie D lub C i ma najwyższy priorytet.

Profil nawierzchni – dwuwymiarowe odwzorowanie powierzchni. W sensie fizycznym profil nawierzchni stanowi zbiór punktów wysokościowych zarejestrowanych przez urządzenie pomiarowe w stałych odstępach wzdłuż linii pomiaru w zakresie długości fali równości.

Profil podłużny – przecięcie pomiędzy powierzchnią nawierzchni i konwencjonalną płaszczyzną odniesienia prostopadłą do powierzchni nawierzchni i równoległą do kierunku pasa ruchu. W sensie fizycznym profil podłużny stanowi zbiór punktów wysokościowych zarejestrowanych przez urządzenie pomiarowe w odstępach wzdłuż określonej linii, w zakresie długości fali równości.

Profil poprzeczny – przecięcie pomiędzy powierzchnią nawierzchni i płaszczyzną odniesienia prostopadłą do powierzchni nawierzchni i prostopadłą do kierunku pasa ruchu. W sensie fizycznym profil poprzeczny stanowi zbiór punktów wysokościowych zarejestrowanych przez urządzenie pomiarowe w określonym rozstawie prostopadle do osi drogi, w zakresie długości fali równości i megatekstury.

Równość – właściwość techniczno-eksploatacyjna określająca w jakim stopniu powierzchnia nawierzchni drogowej jest zbieżna z powierzchnią wymaganą (płaską), w zakresie długości fali równości.

Równość podłużna – właściwość techniczno-eksploatacyjna określająca nierówności nawierzchni w kierunku podłużnym do osi jezdni (zgodnie z kierunkiem jazdy), w zakresie długości fali równości. Określa zdolność nawierzchni jezdni do nie wzbudzania wstrząsów i drgań poruszającego się pojazdu.

Równość poprzeczna – właściwość techniczno-eksploatacyjna określająca nierówności nawierzchni w kierunku poprzecznym do osi jezdni (prostopadle do kierunku jazdy), w zakresie długości fali równości.

Warstwa nawierzchniowa – wierzchnia warstwa konstrukcji nawierzchni z betonu cementowego poddana bezpośrednio oddziaływaniu ruchu i czynników atmosferycznych.

Warstwa ścieralna – wierzchnia warstwa konstrukcji nawierzchni podatnej i półsztywnej poddana bezpośrednio oddziaływaniu ruchu i czynników atmosferycznych wykonana z mieszanki mineralno-asfaltowej.

Właściwości przeciwpoślizgowe – cecha charakteryzująca przyczepność pomiędzy powierzchnią nawierzchni a oponą pojazdu, określoną zgodnie z standaryzowaną metodą.

3.2. Skróty

DSN – Diagnostyka Stanu Nawierzchni.

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

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

KR – kategoria ruchu.

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

PIARC (ang.; dosł. Permanent International Association of Road Congresses; World Road Association) – Światowe Stowarzyszenie Drogowe.

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

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
C	[mm]	drugi odczyt na czujniku (nawierzchnia odciążona)
C ₀	[mm]	pierwszy odczyt na czujniku (nawierzchnia obciążona)
D	[µm]	ugięcie ustandaryzowane do obciążenia nominalnego 50 kN (w badaniu metodą FWD)
D	[µm]	ugięcie zarejestrowane (w badaniu metodą FWD)
D ₀	[µm]	ugięcie maksymalne – parametr nośności
D ₁	[µm]	ugięcie pod geofonem 1, płyta obciążona (w badaniu metodą FWD)
D ₂	[µm]	ugięcie pod geofonem 2, płyta nieobciążona (w badaniu metodą FWD)

Symbol	Jednostka	Opis
D ₃₀₀	[μm]	ugięcie zarejestrowane w odległości 300 mm od punktu zrzutu obciążenia
D _L	[mm]	przemieszczenie na płycie obciążonej
D _U	[mm]	przemieszczenie na płycie nieobciążonej
F	[kN]	zarejestrowane obciążenie (w badaniu metodą FWD)
f _T	[-]	współczynnik temperaturowy, czyli współczynnik korygujący ugięcia ze względu na temperaturę pomiaru ugięć
GK	[mm]	głębokość koleiny – parametr równości poprzecznej
IRI	[m/km]	międzynarodowy wskaźnik równości – parametr równości podłużnej
L ₁	[mm]	rzut długości pęknięcia na oś podłużną płyty betonowej (równoległe do szczeliny podłużnej)
L ₂	[mm]	rzut długości pęknięcia na oś poprzeczną płyty betonowej (równoległe do szczeliny poprzecznej)
LA	[%]	łaty
LIW	[%]	łaty i wyboje
LTE	[%]	współczynnik przenoszenia obciążeń (współpracy płyt betonowych)
NST	[%]	nieszczelne spoiny technologiczne
ORP	[mm]	odchylenie równości podłużnej
SCI	[μm]	wskaźnik krzywizny ugięcia – parametr nośności
SCI ₃₀₀	[μm]	wskaźnik krzywizny ugięcia w odległości 300 mm od punktu zrzutu obciążenia
SNS	[%]	spękania i nieszczelne spoiny technologiczne
SSP	[%]	spękania siatkowe, skupiska spękań i pęknięcia pojedyncze
T	[°C]	temperatura warstw asfaltowych
ΔT	[°C]	różnica temperatury
UK	[%]	uszkodzenia krawędzi jezdni
U _s	[mm]	ugięcie sprężyste (odwracalne)
U ₅₄	[mm]	ugięcie zarejestrowane przy obciążeniu na koło bliźniacze wynoszące 40kN (w badaniu metodą ugięciomierza Benkelmana)
U ₅₅	[mm]	ustandaryzowane ugięcie dla nominalnego obciążenia na koło bliźniacze wynoszące 50kN (w badaniu metodą ugięciomierza Benkelmana)
U _{55S}	[mm]	ustandaryzowane ugięcie dla nominalnego obciążenia na koło bliźniacze, wynoszącego 50 kN dla temperatury warstw asfaltowych wynoszącej 20°C,
USK	[mm]	uskok płyt betonowych
W _{kryt}	-	progowa wielkość stanu – wartość krytyczna
W _{ost}	-	progowa wielkość stanu – wartość ostrzegawcza
W _p	-	progowa wielkość stanu – wartość pożądana
WS _U	-	wskaźnik stanu użytkowego
WS _{RP}	-	wartość stanu równości podłużnej
WS _{GK}	-	wartość stanu głębokości koleiny
	-	
WS _{WT}	-	wartość stanu współczynnika tarcia
WS _K	-	wskaźnik stanu konstrukcji nawierzchni
WS _{SNS}	-	wartość stanu spękań i nieszczelnych spoin technologicznych
WS _{LIW}	-	wartość stanu łat i wybojów
WS _D	-	wartość stanu ugięcia maksymalnego
WS _{SCI}	-	wartość stanu krzywizny ugięcia
WS _{LTE}	-	wartość stanu współpracy płyt

Symbol	Jednostka	Opis
WS _{usk}	-	wartość stanu uskoku płyt
WS _p	-	wskaźnik stanu powierzchni
WT	-	współczynnik tarcia – parametr właściwości przeciwpoślizgowych
WYB	[%]	wyboje

4. Diagnostyka metodami zmechanizowanymi

4.1. Nośność

4.1.1. Wprowadzenie

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

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

(3) W wytycznych ocenę nośności wykonuje się na podstawie pomiaru ugięć nawierzchni. Do pomiaru ugięć stosuje się 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. Metodę wykonywania pomiarów określa zarządca drogi.

(4) Pomiaru ugięć wykonuje się za pomocą pojazdów poruszających się w normalnym ruchu lub powodujących zamknięcie pasa ruchu, nie dłuższe niż w przypadku robót szybko postępujących.

(5) Pomiaru urządzeniem typu FWD wykonuje się na środku pasa ruchu, natomiast pomiaru urządzeniem typu TSD wykonuje się w śladzie prawego koła.

(6) Jeżeli zarządca drogi nie zdecyduje inaczej, pomiary – zarówno na drogach o jednej jak i o dwóch jezdniach głównych – wykonuje się na prawym zewnętrznym pasie ruchu, w kierunku zgodnym z kierunkiem ruchu. W zależności od potrzeb zarządca drogi może zdecydować o zmianie zakresu pomiarów.

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

(8) 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.

(9) 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.

(10) 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.

(11) 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.

(12) Jeżeli 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 przeprowadza się 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 poddaje się normalizacji, aby mogły być porównywalne z wynikami pomiarów w warunkach określonych jako standardowe.

(6) Ugięcie standaryzowane U_{SS5} , czyli ugięcie nawierzchni określane w następujących warunkach pomiarowych: nacisk 50 kN na powierzchni kołowej o średnicy 300 mm przy temperaturze warstw asfaltowych wynoszącej 20°C, oblicza się za pomocą wzoru (4.1.2.2):

$$U_{SS5} = U_{SS} \cdot f_T \quad (4.1.2.2)$$

gdzie:

U_{SS5} – ustandaryzowane ugięcie dla nominalnego obciążenia na koło bliźniacze, wynoszącego 50 kN dla temperatury warstw asfaltowych wynoszącej 20°C,

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

f_T – współczynnik temperaturowy, czyli współczynnik korygujący ugięcia ze względu na temperaturę pomiaru ugięć.

(7) Współczynnik temperaturowy oblicza się według wzoru (4.1.2.3):

$$f_T = 1 + 0,02(20 - T) \quad (4.1.2.3)$$

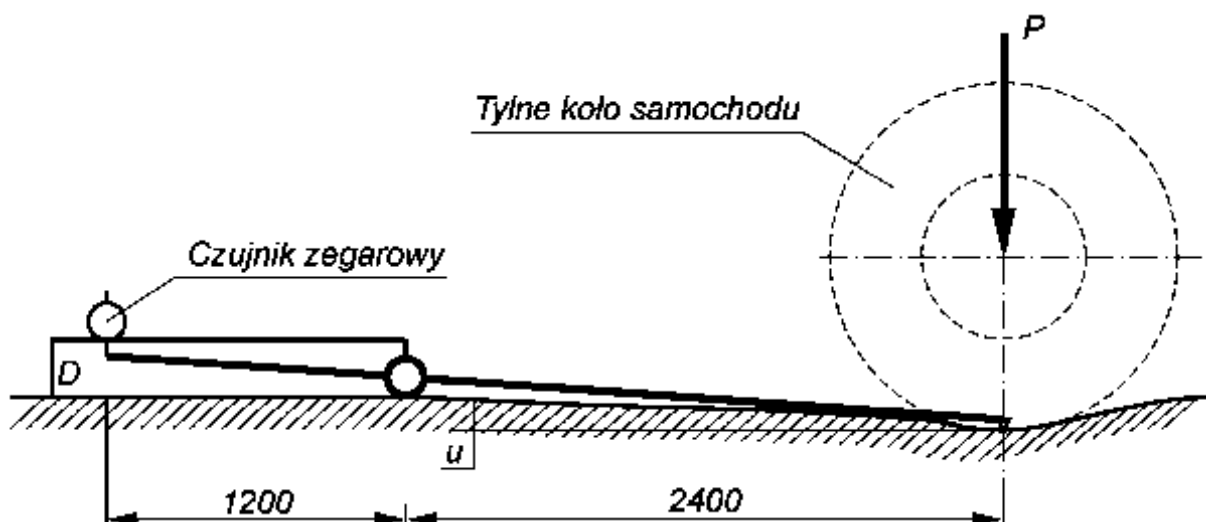
gdzie:

f_T – współczynnik temperaturowy, czyli współczynnik korygujący ugięcia ze względu na temperaturę pomiaru ugięć,

T - temperatura warstw asfaltowych, w której wykonano badanie.

4.1.3. Pomiar punktowy – ugięciomierz Benkelmana

- (1) Ocenę nośności nawierzchni asfaltowych 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 rozmarznięte.
- (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 ustawia się równoległe 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, ugięciomierz ustawia się równoległe do osi jezdni w środku między oponami bliźniaczego koła. Następnie odnotowuje się odczyt na czujniku. Czynności te wykonuje się w czasie nie dłuższym niż 30 sekund. Po dokonaniu odczytu samochód powinien bezzwłocznie odjechać poza zasięg oddziaływania ciężaru koła na rzędną punktu pomiaru, tj. na odległość co najmniej 6 m, i wówczas notuje się ponownie odczyt (odczyt po odciążeniu).



Rys. 4.1.3.1. Schemat pomiaru ugięciomierzem Benkelmana

4.1.4. Pomiar ciągły – 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. Stosuje się taką liczbę czujników, która zapewnia jak najbardziej dokładną rejestrację czasu 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 [μm] – 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 standaryzuje się do obciążenia nominalnego 50 kN za pomocą wzoru (4.1.5.1):

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

gdzie:

d – ugięcie ustandaryzowane do obciążenia nominalnego 50 kN [μm],

D – ugięcie zarejestrowane [μm],

F – obciążenie zarejestrowane [kN].

- (3) Ugięcie pomierzone również zapisywane jest w danych elementarnych:
- a) nominalna średnica powierzchni nacisku [m] – średnica kołowej powierzchni, na jakiej podczas pomiaru przyłożone jest obciążenie,
 - b) temperatura warstw asfaltowych T [$^{\circ}\text{C}$] – temperatura pakietu warstw asfaltowych mierzona w połowie ich grubości w miejscu pomiaru ugięcia; jeżeli łączna grubość warstw asfaltowych jest większa od 24 cm, temperaturę mierzy się na głębokości 12 cm; temperaturę w połowie warstw asfaltowych można wyznaczyć korzystając z tzw. równań BELLS,
 - c) dokładność odczytu współrzędnych geograficznych [m] – dokładność, z jaką określone są współrzędne geograficzne skojarzone ze zdjęciami pasa drogowego,
 - d) odległość od osi obciążenia wymaganych odczytów [mm] – odległości czujników (geofonów) od osi obciążenia z których wymagany jest odczyt wielkości ugięcia,
 - e) 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 określa 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	[$^{\circ}\text{C}$]	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 wykonuje się w miejscach występowania lokalnych ograniczeń, np. na przejazdach kolejowych.

(7) Wykonawca pomiarów zobowiązany jest do zapewnienia bezpieczeństwa podczas ich wykonywania. Urządzenie pomiarowe powinno być odpowiednio oznakowane podczas wykonywania pomiaru. Oznakowanie pojazdu pozostaje w gestii wykonawcy pomiarów.

4.1.6. Wymagania jakościowe dla pomiaru punktowego (ugięciomierz Benkelmana)

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

- a) gęstość pomiarów [m] – odległość między kolejnymi wielkościami ugięcia maksymalnego wzdłuż kierunku,
- b) dokładność pojedynczego odczytu ugięcia [mm] – 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; ugięcie zarejestrowane dla obciążenia 40 kN standaryzuje się 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) nominalny 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; jeżeli łączna grubość warstw asfaltowych jest większa od 24 cm, temperaturę mierzy się 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 określane 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 określa 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 wykonuje się w miejscach występowania lokalnych ograniczeń np. na przejazdach kolejowych.

(5) Wykonawca pomiarów zobowiązany jest do zapewnienia bezpieczeństwa podczas wykonywania pomiarów. Urządzenie pomiarowe powinno być odpowiednio oznakowane podczas wykonywania pomiaru. Oznakowanie pojazdu pozostaje w gestii wykonawcy pomiarów.

4.1.7. Wymagania jakościowe dla pomiaru ciągłego (TSD)

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

- a) gęstość pomiarów [m] – odległość między kolejnymi wartościami ugięcia maksymalnego wzdłuż kierunku przejazdu,
- b) dokładność pojedynczego odczytu ugięcia [μm] – najmniejsza różnica w ugięciu, jaką jest w stanie zarejestrować przyrząd pomiarowy; dotyczy zarówno ugięcia maksymalnego, jak i czaszy 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, jeżeli łączna grubość warstw asfaltowych jest większa od 24 cm, temperaturę mierzy się 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 określa 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	[μm]	1
Obciążenie pomiarowe	[kN]	100
Temperatura warstw asfaltowych	[$^{\circ}\text{C}$]	5-25
Dokładność lokalizacji współrzędnych geograficznych	[m]	≤ 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 powinno być odpowiednio oznakowane podczas wykonywania pomiaru. Oznakowanie pojazdu pozostaje w gestii wykonawcy pomiarów.

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} według wzoru (4.1.8.1) (równoważne ugięciu oraz wskaźnikowi krzywizny ugięcia otrzymanymi z urządzenia FWD).

(2) W wytycznych ustandaryzowane ugięcie maksymalne określane 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
ugięcie maksymalne	[μm]	D_0
wskaźnik krzywizny ugięcia ¹⁾	[μm]	SCI_{300}
ugięcie sprężyste	[mm]	U_s
współczynnik przenoszenia obciążeń ²⁾	-	LTE

¹⁾ w przypadku nawierzchni asfaltowych,
²⁾ 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). Jeżeli na dany odcinek diagnostyczny przypadły dwa pomiary lub więcej (pomiar ciągły), przyjmuje się ich średnią.

(6) Jeżeli 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 m 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 m.

(7) Na podstawie otrzymanych w ten sposób D_0 i D_{300} obliczane jest SCI_{300} dla odcinka diagnostycznego, według wzoru (4.1.8.1):

$$SCI_{300} = D_0 - D_{300} \quad (4.1.8.1)$$

(8) Ugięcie sprężyste, czyli odwracalne (U_s), jest to wielkość zmierzona 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),

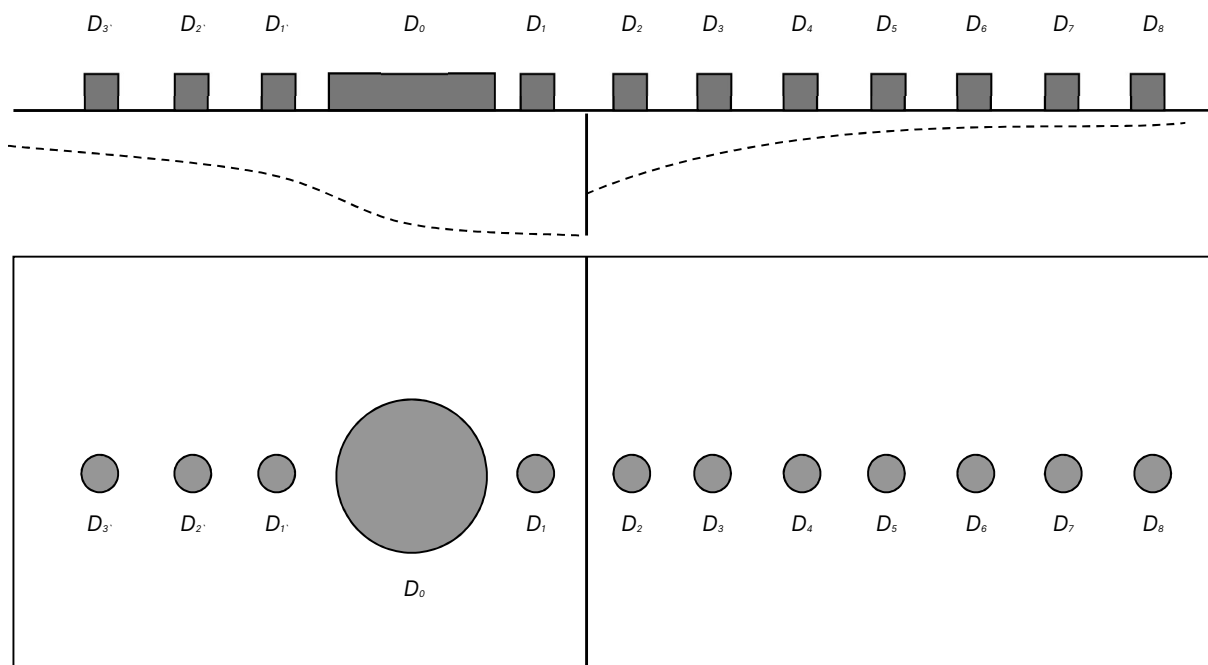
C – drugi odczyt na czujniku (nawierzchnia odciążona).

(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). 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 powinien być nie mniejszy niż 0,65.

(11) Na rys. 4.1.8.1 przedstawiono schemat pomiaru współczynnika LTE. W przypadku pomiarów współczynnika LTE odległość geofonów D1 i D2 od krawędzi płyty powinna być jednakowa i nie większa niż 10 cm.



Rys. 4.1.8.1. Schemat pomiaru współczynnika LTE

(12) Współczynnik LTE określa się ze wzoru (4.1.8.3):

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

gdzie:

D_2 – ugięcie pod geofonem 2, płyta nieobciążona,

D_1 – ugięcie pod geofonem 1, płyta obciążona.

4.2. Równość podłużna

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

(2) Do oceny równości podłużnej warstwy ścieralnej lub warstwy nawierzchniowej oraz uskoków drogi klasy GP lub G stosuje się metodę profilometryczną bazującą na określeniu IRI. W miejscach niedostępnych lub krótkich odcinkach, na których zastosowanie profilografu jest niemożliwe, ocenę równości podłużnej oraz uskoków wykonuje się metodą pomiaru ciągłego z wykorzystaniem planografu lub metodą łaty i klina. W przypadku pomiaru uskoków dopuszcza się zastosowanie linału pomiarowego.

(3) Do oceny równości podłużnej warstwy ścieralnej lub warstwy nawierzchniowej oraz uskoków drogi klasy Z, L lub D stosuje się metodę pomiaru ciągłego z wykorzystaniem planografu lub metodą łaty (o długości 4 m) i klina. W przypadku pomiaru uskoków dopuszcza się zastosowanie linału pomiarowego.

(4) W zakresie pomiaru uskoków rejestrowane są jedynie uskoki o wartościach większych od wartości 5 mm oraz uwzględniane są ich lokalizacje.

(5) Uwzględnia się największą wartość uskoków zarejestrowanych na odcinku diagnostycznym o długości 50 m. Następnie wielkość stanu (USK) dla odcinka drogi oblicza się jako wartość średnią uskoków z odcinków diagnostycznych (50 m).

(6) Badania równości podłużnej wykonuje się zgodnie z WR-D-64.

4.3. Równość poprzeczna

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

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

(3) Do oceny równości poprzecznej warstwy ścieralnej lub warstwy nawierzchniowej drogi klasy GP lub G stosuje się metodę profilometryczną umożliwiającą wyznaczenie odchylenia równości w przekroju poprzecznym pasa ruchu (elementu nawierzchni). W przypadku miejsc, w których nie jest możliwy pomiar profilometrem, do oceny równości poprzecznych zaleca się stosowanie metody z użyciem łąty (o długości 2 m) i klina.

(4) Do oceny równości poprzecznej warstwy ścieralnej lub warstwy nawierzchniowej drogi klasy Z, L lub D oraz placów i stanowisk postojowych stosuje się metodę profilometryczną lub metodę pomiaru z użyciem łąty (o długości 2 m) i klina.

(5) Badania równości poprzecznej wykonuje się zgodnie z WR-D-64.

4.4. Właściwości przeciwpoślizgowe

(1) Właściwości przeciwpoślizgowe nawierzchni określa się za pomocą współczynnika tarcia.

(2) Pomiar punktowy wykonuje się urządzeniem o pełnej blokadzie koła, nie rzadziej niż co 50 m na nawierzchni zwilżanej wodą w ilości 0,5 l/m², przy 100% poślizgu opony testowej rowkowanej („ribbed tyre”) rozmiaru 165 R 15, według specyfikacji PIARC.

(3) Temperatura otoczenia w czasie pomiarów powinna wynosić od 5 do 30°C, nawierzchnia powinna być czysta. Pomiar wykonuje się przy prędkości testowej wynoszącej 30 lub 60 km/h.

(4) Pomiar ciągły wykonuje się urządzeniem o niepełnej blokadzie koła pomiarowego z oponą testową bezbieżnikową, na nawierzchni zwilżanej wodą w ilości 0,5 mm grubości filmu wodnego.

(5) Do pomiarów współczynnika tarcia wyznaczanego metodą pomiaru ciągłego używa się urządzeń pomiarowych spełniających kryteria polskiego systemu walidacji urządzeń pomiarowych.

(6) Wymagane minimalne wartości współczynnika tarcia oznaczane metodą pomiaru ciągłego dostosowuje się do urządzenia pomiarowego, spełniającego wymagania jak dla pomiaru punktowego.

(7) Badania właściwości przeciwpoślizgowych wykonuje się zgodnie z WR-D-64.

4.5. Uszkodzenia 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 uszkodzeń powierzchniowych wymaga każdorazowo analizy eksperckiej lub dokonanej przez specjalnie do tego celu opracowane systemy automatycznie rozpoznające uszkodzenia na powierzchni. Niemniej jednak, w przypadku uszkodzeń powierzchniowych obowiązuje ta sama ogólna metodyka postępowania, jak w przypadku pozostałych cech nawierzchni, tzn. diagnostyka jest realizowana w dwóch etapach: identyfikacji i oceny.

(2) Uszkodzenia 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 lepszczca. Na podstawie zakresu i stopnia szkodliwości poszczególnych uszkodzeń, obliczane są wskaźniki:

- a) stanu spękań, czyli cechy górnych warstw konstrukcyjnych nawierzchni, charakteryzującej stopień ich nieciągłości, stanowiącej przesłankę do określenia utraty nośności nawierzchni,
- b) stanu powierzchni, czyli cechy nawierzchni charakteryzującej spójność tworzywa warstwy ścieralnej nawierzchni.

(3) Identyfikuje się następujące uszkodzenia nawierzchni:

- a) pęknięcia siatkowe,
- b) pęknięcia pojedyncze – podłużne, w tym uszkodzenia krawędzi,
- c) pęknięcia pojedyncze – poprzeczne,
- d) łaty (w połączeniu ze stanem spoin technologicznych),
- e) wyboje,
- f) ubytki ziaren,
- g) nieszczelne spoiny technologiczne,
- h) stan uszczelnienia szczelin dylatacyjnych (w nawierzchni betonowej).

4.5.2. Metodologia badań i technika pomiarowa

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

(2) Na podstawie dokumentacji fotograficznej dokonuje się identyfikacji uszkodzeń powierzchniowych. Odpowiednio przeszkolony personel wykonawcy pomiarów lub specjalne automatyczne lub półautomatyczne algorytmy dokonują identyfikacji uszkodzeń 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 m²).

(3) Jeżeli zamawiający nie zdecyduje inaczej, pomiary – zarówno na drogach o jezdnej jak i o dwóch jezdniach głównych – wykonuje się na prawym zewnętrznym pasie ruchu, w kierunku zgodnym z kierunkiem ruchu.

(4) Fotorejestrację nawierzchni wykonuje się na wszystkich rodzajach nawierzchni, natomiast identyfikację uszkodzeń 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.

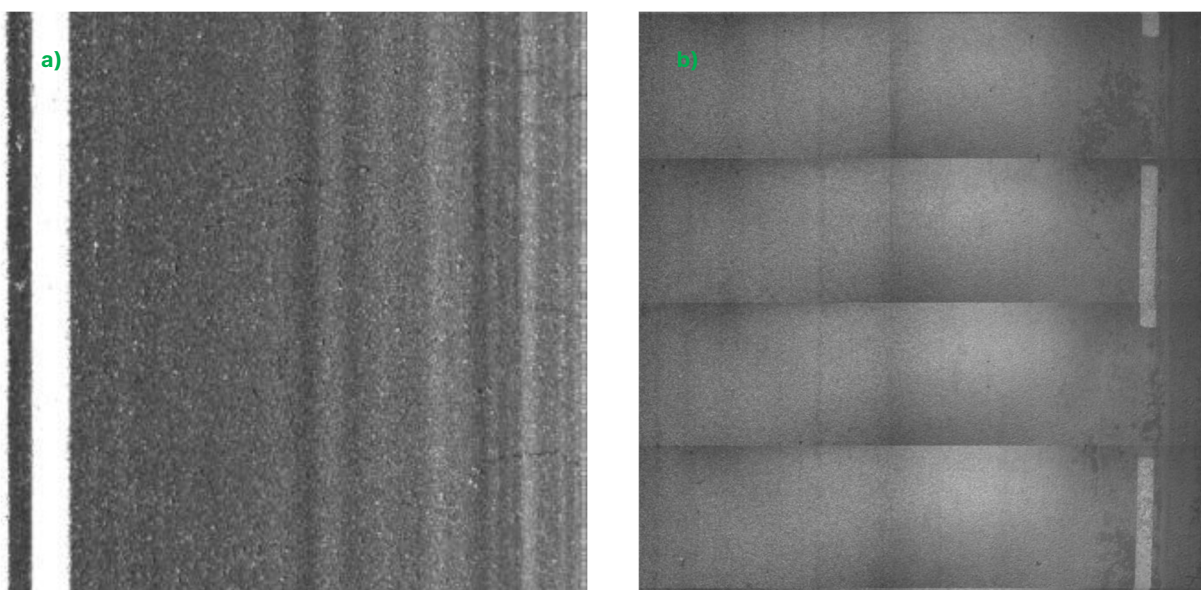
4.5.3. Fotorejestracja uszkodzeń powierzchniowych

(1) Fotorejestracja uszkodzeń powierzchniowych jest etapem, w ramach którego pozyskiwany jest materiał zdjęciowy służący w dalszym etapie diagnostyki stanu nawierzchni do identyfikacji uszkodzeń powierzchniowych (tj. spękań, łat itp.). Fotorejestracja uszkodzeń 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 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 w szerz cały pas ruchu. Zdjęcie powierzchni zorientowane jest tak, że pojazd pomiarowy przejeżdża wzdłuż jego pionowej krawędzi z dołu na górę.

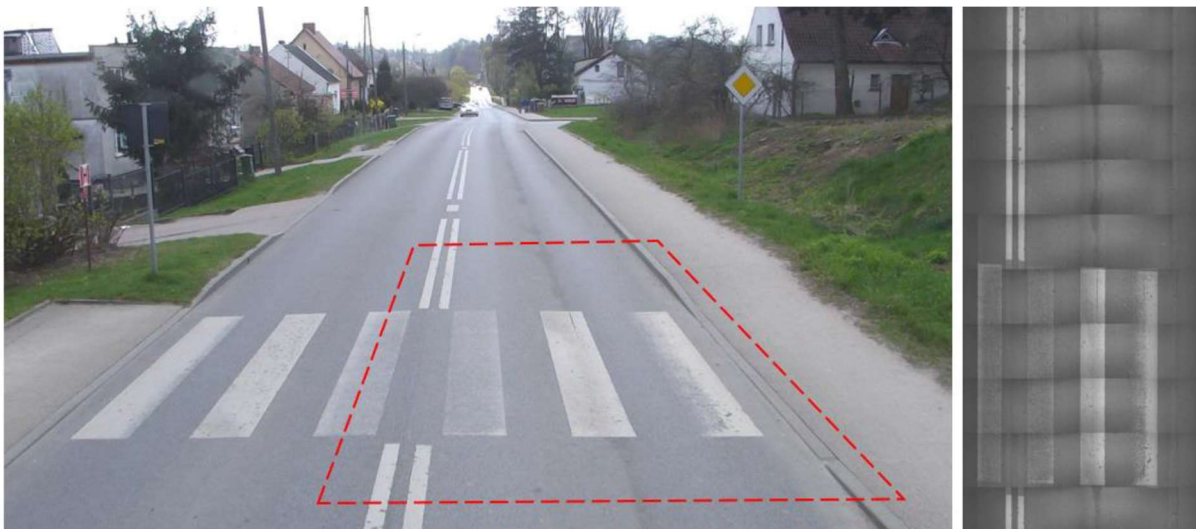
(4) Kamera frontowa rejestruje zdjęcie pasa drogowego wzdłuż kierunku przejazdu. Przykładowe zdjęcie zarejestrowane przez kamerę frontową przedstawiono na rys. 4.5.3.2. Zdjęcia z fotor rejestracji pasa drogowego powinny zostać zanonimizowane (uniemożliwienie rozpoznania twarzy osób oraz numerów rejestracyjnych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

(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.

(6) Wykonawca pomiarów zobowiązany jest do zapewnienia bezpieczeństwa podczas wykonywania pomiarów. Urządzenie pomiarowe powinno być odpowiednio oznakowane podczas wykonywania pomiaru. Oznakowanie pojazdu pozostaje w gestii wykonawcy pomiarów.



Rys. 4.5.3.2. Przykładowe zdjęcie pasa drogowego wykonane kamerą frontową



Rys. 4.5.3.3. Prawidłowe zsynchronizowanie zdjęcia powierzchniowego i frontowego

4.5.4. Zasady identyfikacji uszkodzeń powierzchniowych

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

(2) Identyfikacja w ujęciu klasycznym powinna 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 uszkodzeń powierzchniowych przeprowadzana jest przez wysoce wyspecjalizowane systemy komputerowe. Identyfikacja uszkodzeń powierzchniowych powinna 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 określa się rodzaj nawierzchni:

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

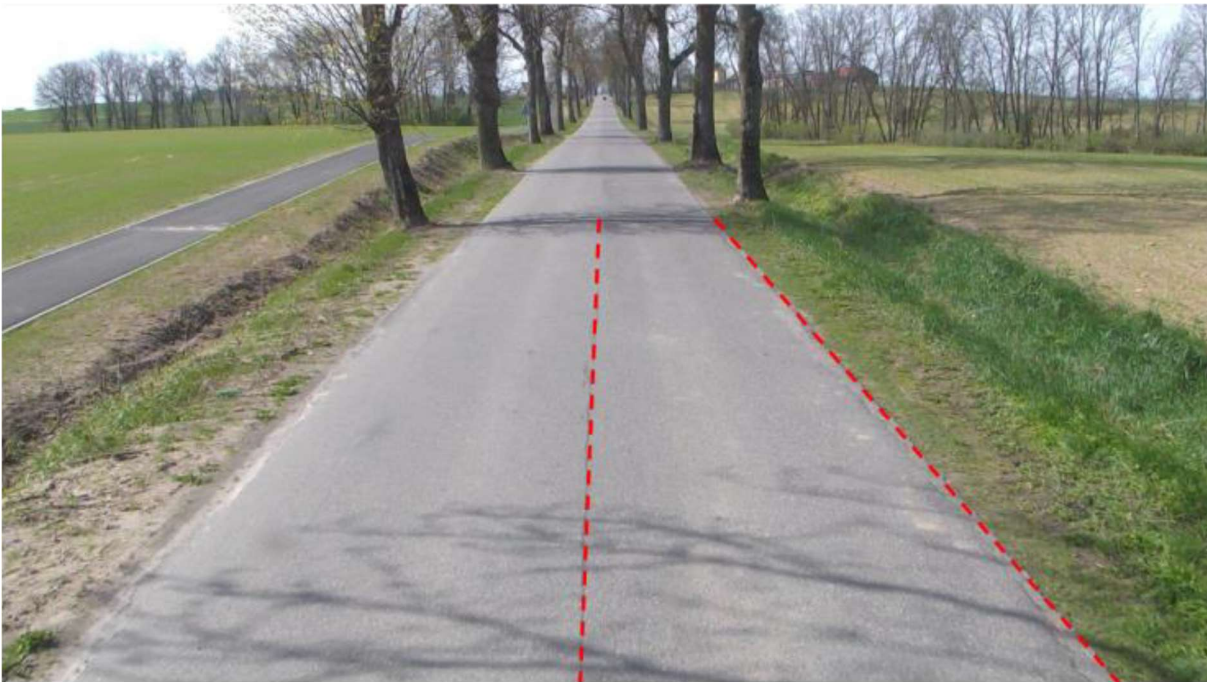
(4) Rodzaj nawierzchni zapisuje się w pliku z danymi elementarnymi.

(5) Identyfikacja uszkodzeń 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).



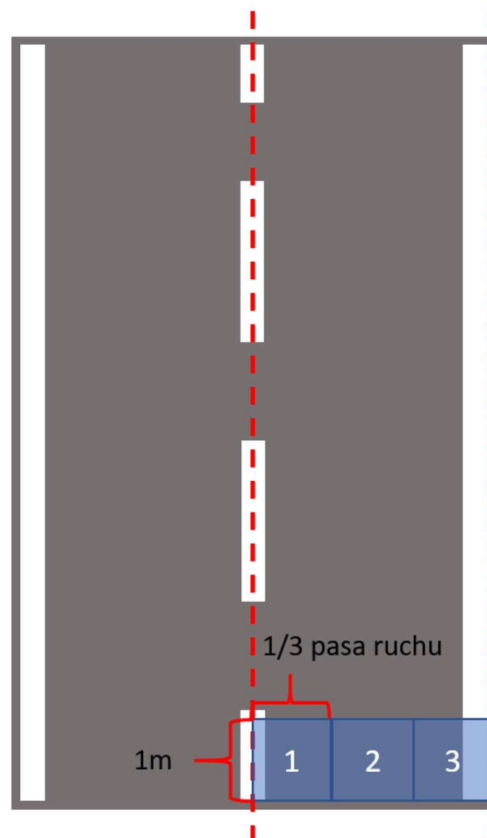
Rys. 4.5.4.1. Reguły wyznaczenia pasa ruchu w przypadku występowania oznakowania poziomego

(6) Na dwukierunkowej drodze o jezdni głównej może wystąpić brak oznakowania poziomego potrzebnego do wyznaczenia granic pasa ruchu. W tym przypadku za linię rozdzielającą przeciwne pasy ruchu przyjmuje się oś jezdni, którą należy podczas identyfikacji możliwie najlepiej przybliżyć (spoina technologiczna oddzielająca kierunki jazdy ewentualnie linia dzieląca jezdnię na dwie połowy; 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 m na 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 uszkodzenia powierzchniowe w ramach segmentu 1 uwzględnia się także 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 uszkodzenia 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, oznacza się tam, gdzie pęknięcie wchodzi w obszar segmentu.

(2) W celu uniknięcia kodowania niewyraźnych obiektów pomija się 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 traktuje się regularne spękania niskotemperaturowe.

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

(6) Odróżnia się odpryski i spękania farby z oznakowania poziomego i nie traktuje się ich 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 łat, oznacza się lokalne obszary naprawione przy pomocy nałożenia dodatkowej warstwy asfaltowej (łaty nałożone) lub przy pomocy sfrezowania wierzchniej warstwy nawierzchni i ułożenia nowej (łaty wbudowane). LA oznacza się tam, gdzie łąta dowolnego typu wchodzi w obszar segmentu.

(2) Jeżeli łąta obejmuje szerokość pasa ruchu i ciągnie się nieprzerwanie przez co najmniej 20 m, nie zaznacza się LA.

(3) Fragmentów nawierzchni oddzielonych spoinami technologicznymi, które znajdują się częściowo na identyfikowanym pasie ruchu, nie traktuje się jako łat.

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

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

4.5.7. Cechy nawierzchni podlegające identyfikacji – wyboje (WYB)

(1) Przy pomocy parametru WYB, czyli wybojów, koduje się 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 koduje się 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, koduje się 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 koduje się również niezależnie jako spękania SSP.

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

(1) Przy pomocy parametru NST koduje się 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 określa się posiłkując się zdjęciami pasa drogowego, gdyż często dzielą jezdnię na równe części.

(2) Szczelnych bądź poprawnie uszczelnionych spoin technologicznych nie zaznacza się 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 wskazuje 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 uszkodzeń 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 wskazuje 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 uszkodzeń powierzchniowych.

4.5.12. Wymagania jakościowe dla identyfikacji uszkodzeń powierzchniowych

(1) Wymagania jakościowe związane z identyfikacją uszkodzeń powierzchniowych dzieli się na wymagania związane z:

- a) procesem rejestracji materiału zdjęciowego,
- b) identyfikacją uszkodzeń powierzchniowych.

(2) W odniesieniu do fotorejestracji uszkodzeń 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 uszkodzeń powierzchniowych ze względu na niedoświetlenie, prześwietlenie, nieostrość, braki, artefakty, miejscowe zakłócenia, mogący wystąpić w ramach 100 m 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 uszkodzeń powierzchniowych przedstawiono w tab. 4.5.12.1.

(4) Podczas pomiaru nawierzchnia powinna 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 wykonuje się 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.

Tab. 4.5.12.1. Wartości liczbowe do wymagań dla fotorejestracji uszkodzeń 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

(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 powinno 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 określa się 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 uszkodzeń 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 uszkodzeń powierzchniowych.

Tab. 4.5.13.1. Parametry uszkodzeń powierzchniowych

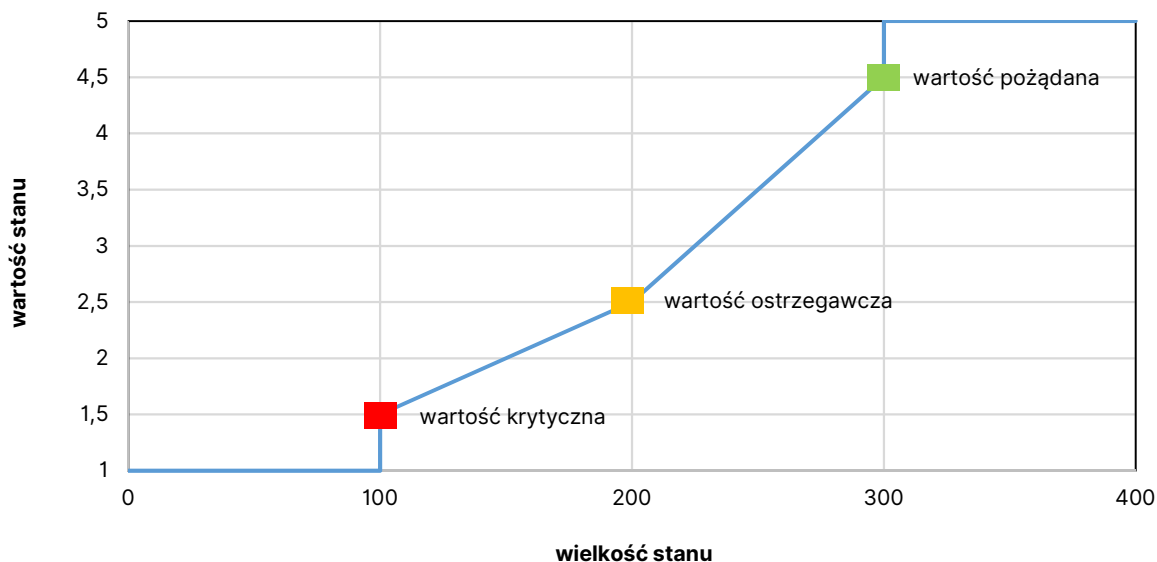
Parametr	Jednostka	Skrót	Wielkość	Wartość
spękania siatkowe, skupiska spękań i pęknięcia pojedyncze	[%]	SSP	X	
łaty	[%]	LA	X	
wyboje	[%]	WYB	X	
uszkodzenia krawędzi jezdni	[%]	UK	X	
nieszczelne spoiny technologiczne	[%]	NST	X	
łaty i wyboje	[%]	LIW	X	X
spękania i spoiny ¹⁾	[%]	SNS	X	X
uskoki	[%]	USK	X	X

¹⁾ SNS dla nawierzchni betonowych zawiera spękania powierzchni oraz stan uszczelnienia szczelin dylatacyjnych.

4.6. Procedura obliczania wskaźników stanu

4.6.1. Wprowadzenie

(1) Wartość stanu wyznacza się na podstawie oceny przeprowadzanej według wielkości stanu (rys. 4.6.1.1).



Rys. 4.6.1.1. Wartość stanu technicznego nawierzchni

(2) Normowanie jest procesem przekształcającym fizyczną wielkość stanu w bezwymiarową wartość stanu. Normowanie wykonuje w celu sprowadzenia wielkości stanu do wspólnego mianownika, dzięki czemu staną się one bezwymiarowe, będą miały jednolitą skalę zmienności i w jednolity sposób wskażą na zły lub dobry stan nawierzchni. Algorytm normowania jest taki sam dla wszystkich wielkości stanu, różni się jedynie parametrami sterującymi.

(3) Wskaźnik stanu oblicza się jako sumę ważoną z poszczególnych wartości stanu nawierzchni.

(4) Określa się następujące wskaźniki stanu:

- wskaźnik stanu konstrukcji (WS_K) – opisuje stan techniczny z punktu widzenia nośności konstrukcji i zdolności do przenoszenia obciążeń nawierzchni,
- wskaźnik stanu powierzchni (WS_P) – opisuje stan techniczny podobnie jak wskaźnik stanu konstrukcji (WS_K), jednak nie bierze się pod uwagę pomiarów nośności na podstawie ugięć, lecz wykorzystuje wyniki oceny spękań i uskoków na podstawie zdjęć powierzchni,
- wskaźnik stanu użytkowego (WS_U) – opisuje stan techniczny z punktu widzenia użytkownika drogi, a zatem ocenie podlega komfort i bezpieczeństwo jazdy,
- wskaźnik oceny ogólnej (WOG) – opisuje stan techniczny w sposób całościowy, biorąc pod uwagę wszystkie aspekty stanu technicznego włączone w ocenę.

(5) Wskaźnik stanu konstrukcji (WS_K) i stanu powierzchni (WS_P) określa się w sposób odmienny dla nawierzchni asfaltowych i dla nawierzchni betonowych.

(6) Wyróżnia się następujące parametry wielkości stanu:

- wielkość pożądana W_p – odpowiada ocenie nawierzchni nowo wybudowanej (stan dobry lub stan zadowalający),
- wielkość ostrzegawcza W_{ost} – wskazuje na konieczność zabiegu utrzymaniowego w najbliższej przyszłości (stan niezadowalający),
- wielkość krytyczna W_{kryt} – wskazuje na natychmiastowe potrzeby remontowe (stan zły).

(7) Wielkości stanu otrzymują wartości, w zależności od wyników oceny:

- w przypadku nawierzchni asfaltowych – zgodnie z tab. 4.6.1.1,
- w przypadku nawierzchni betonowych – zgodnie z tab. 4.6.1.2.

Tab. 4.6.1.1. Przypisanie wartości do wyników oceny nawierzchni asfaltowych

Klasa lub część drogi	Wielkość stanu	Jednostka	W_p	W_{ost}	W_{kryt}
Równość podłużna					
GP	IRI _{sr}	[m/km]	2,0	5,9	7,8
	IRI _{max}	[m/km]	3,7	10,8	14,4
G	IRI _{sr}	[m/km]	2,6	6,3	8,2
	IRI _{max}	[m/km]	5,2	11,8	15,4
Z	ORP	[mm]	9	27	36
L, D, place, stanowiska postojowe	ORP	[mm]	14	30	39
Równość poprzeczna					
GP, G, Z	GK	[mm]	10	20	30
L, D, place, stanowiska postojowe	GK	[mm]	14	28	32
Właściwości przeciwpoślizgowe					
GP, G przy prędkości pomiaru 60 km/h	WT	[-]	0,36	0,32	0,28
GP, G przy prędkości pomiaru 30 km/h	WT	[-]	0,44	0,40	0,36
Spękania					
-	SNS	[%]	5	20	50
-	LIW	[%]	5	20	50
Nośność					
-	D ₀ ¹⁾ (KR0, KR1, KR2)	[um]	350	400	500
-	D ₀ ¹⁾ (KR3)	[um]	300	350	450
-	D ₀ ¹⁾ (KR4)	[um]	250	300	400
-	D ₀ ¹⁾ (KR5)	[um]	200	250	300
¹⁾ jako wartość D ₀ przyjmuje się percentyl 85% ze zbioru wartości pomierzonych dla odcinka jednorodnego; przyjmuje się większe wartości z pomierzonych. Uwaga: W przypadku kategorii ruchu KR6 i KR7 wartości wielkości stanu określa się indywidualnie, np. według DSN.					

Tab. 4.6.1.2. Przypisanie wartości do wyników oceny nawierzchni betonowych

Klasa drogi	Wielkość stanu	Jednostka	W_p	W_{ost}	W_{kryt}
Równość podłużna					
GP	IRI _{sr}	[m/km]	2,0	5,9	7,8
	IRI _{max}	[m/km]	3,7	10,8	14,4
G	IRI _{sr}	[m/km]	2,6	6,3	8,2
	IRI _{max}	[m/km]	5,2	11,8	15,4
GP, G, Z	ORP	[mm]	9	27	36
L, D, place, stanowiska postojowe	ORP	[mm]	14	30	39
Równość poprzeczna					
GP, G, Z	GK	[mm]	10	20	30
L, D, place, stanowiska postojowe	GK	[mm]	14	28	42
Właściwości przeciwpoślizgowe					
GP, G przy prędkości pomiaru 60 km/h	WT	[-]	0,36	0,32	0,28
GP, G przy prędkości pomiaru 30 km/h	WT	[-]	0,44	0,40	0,36
Spękania i uskoki					
-	SNS	[%]	5	20	30
-	USK	[mm]	5	10	15
Nośność					
-	D ₀ ⁹⁾ (KR0, KR1, KR2)	[um]	350	400	500
-	D ₀ ⁹⁾ (KR3)	[um]	300	350	450
-	D ₀ ⁹⁾ (KR4)	[um]	250	300	400
-	D ₀ ⁹⁾ (KR5)	[um]	200	250	300
-	LTE	[%]	80	75	65
<small>⁹⁾ jako wartość D₀ przyjmuje się percentyl 85% ze zbioru wartości pomierzonych dla odcinka jednorodnego; przyjmuje się większe wartości z pomierzonych na środku i krawędzi płyty. Uwaga: W przypadku kategorii ruchu KR6 i KR7 wartości wielkości stanu określa się indywidualnie, np. według DSN.</small>					

(8) Obliczanie wskaźników stanu uzależnione jest od zastosowanego wariantu kampanii diagnostycznej.

(9) W przypadku I poziomu oceny, według tab. 4.2.1 w WR-D-83-1, zaleca się stosowanie jednego z następujących wariantów:

- a) zalecanego,
- b) optymalnego,
- c) optymalnego uzupełnionego o badanie właściwości przeciwpoślizgowych.

(10) W przypadku II poziomu oceny, według tab. 4.2.1 w WR-D-83-1, zaleca się stosowanie wariantu podstawowego.

(11) W przypadku III poziomu oceny, według tab. 4.2.1 w WR-D-83-1, zaleca się stosowanie wariantu minimalnego.

4.6.2. Wskaźniki stanu w poszczególnych wariantach oceny stanu nawierzchni asfaltowych

Wariant zalecany

(1) Wskaźnik stanu użytkowego nawierzchni asfaltowej według wariantu zalecanego oblicza się ze wzoru (4.6.2.1):

$$WS_U = \min(WS_{RP}, WS_{GK}) \quad (4.6.2.1)$$

gdzie:

WS_U – wskaźnik stanu użytkowego,
 WS_{RP} – wartość stanu równości podłużnej,
 WS_{GK} – wartość stanu głębokości koleiny.

(2) Wskaźnik stanu konstrukcji nawierzchni asfaltowej według wariantu zalecanego oblicza się ze wzoru (4.6.2.2):

$$WS_K = 0,5 \cdot WS_{SNS} + 0,25 \cdot WS_{LIW} + 0,25 \cdot \min(WS_{GK}, WS_{RP}) \quad (4.6.2.2)$$

gdzie:

WS_K – wskaźnik stanu konstrukcji,
 WS_{SNS} – wartość stanu spękań i nieszczelnych spoin technologicznych,
 WS_{LIW} – wartość stanu łat i wybojów,
 WS_{GK} – wartość stanu głębokości nierówności poprzecznej,
 WS_{RP} – wartość stanu równości podłużnej.

Wariant optymalny

(3) Wskaźnik stanu użytkowego nawierzchni asfaltowej według wariantu optymalnego oblicza się ze wzoru (4.6.2.3):

$$WS_U = \min(WS_{RP}, WS_{GK}) \quad (4.6.2.3)$$

gdzie:

WS_U – wskaźnik stanu użytkowego,
 WS_{RP} – wartość stanu równości podłużnej,
 WS_{GK} – wartość stanu głębokości koleiny.

(4) Wskaźnik stanu konstrukcji nawierzchni asfaltowej według wariantu optymalnego oblicza się ze wzoru (4.6.2.4):

$$WS_K = 0,25 \cdot WS_{SNS} + 0,15 \cdot WS_{LIW} + 0,4 \cdot \min(WS_D, WS_{SCI}) + 0,2 \cdot \min(WS_{GK}, WS_{RP}) \quad (4.6.2.4)$$

gdzie:

WS_K – wskaźnik stanu konstrukcji,
 WS_{SNS} – wartość stanu spękań i nieszczelnych spoin technologicznych,
 WS_{LIW} – wartość stanu łat i wybojów,
 WS_D – wartość stanu ugięcia maksymalnego,
 WS_{SCI} – wartość stanu krzywizny ugięcia,
 WS_{GK} – wartość stanu głębokości nierówności poprzecznej,
 WS_{RP} – wartość stanu równości podłużnej.

(5) Wskaźnik stanu powierzchni nawierzchni asfaltowej według wariantu optymalnego oblicza się ze wzoru (4.6.2.5):

$$WS_P = 0,25 \cdot \min(WS_{RP}, WS_{GK}) + 0,5 \cdot WS_{SNS} + 0,25 \cdot WS_{LIW} \quad (4.6.2.5)$$

gdzie:

WS_P – wskaźnik stanu powierzchni,
 WS_{RP} – wartość stanu równości podłużnej,
 WS_{GK} – wartość stanu głębokości nierówności poprzecznej,
 WS_{SNS} – wartość stanu spękań i nieszczelnych spoin technologicznych,
 WS_{LIW} – wartość stanu łat i wybojów.

Wariant optymalny uzupełniony o badanie właściwości przeciwpoślizgowych

(6) Wskaźnik stanu użytkowego nawierzchni asfaltowej według wariantu optymalnego uzupełnionego o badanie właściwości przeciwpoślizgowych oblicza się ze wzoru (4.6.2.6):

$$WS_U = 0,37 \cdot \min(WS_{RP}, WS_{GK}) + 0,63 \cdot WS_{WT} \quad (4.6.2.6)$$

gdzie:

WS_U – wskaźnik stanu użytkowego,

WS_{RP} – wartość stanu równości podłużnej,

WS_{GK} – wartość stanu głębokości koleiny,

WS_{WT} – wartość stanu współczynnika tarcia.

(7) Wskaźnik stanu konstrukcji nawierzchni asfaltowej według wariantu optymalnego uzupełnionego o badanie właściwości przeciwpoślizgowych oblicza się ze wzoru (4.6.2.7):

$$WS_K = 0,25 \cdot WS_{SNS} + 0,15 \cdot WS_{LIW} + 0,4 \cdot \min(WS_D, WS_{SCI}) + 0,2 \cdot \min(WS_{GK}, WS_{RP}) \quad (4.6.2.7)$$

gdzie:

WS_K – wskaźnik stanu konstrukcji,

WS_{SNS} – wartość stanu spękań i nieszczelnych spoin technologicznych,

WS_{LIW} – wartość stanu łat i wybojów,

WS_D – wartość stanu ugięcia maksymalnego,

WS_{SCI} – wartość stanu krzywizny ugięcia,

WS_{GK} – wartość stanu głębokości nierówności poprzecznej,

WS_{RP} – wartość stanu równości podłużnej.

(8) Wskaźnik stanu powierzchni nawierzchni asfaltowej według wariantu optymalnego uzupełnionego o badanie właściwości przeciwpoślizgowych oblicza się ze wzoru (4.6.2.8):

$$WS_P = 0,25 \cdot \min(WS_{RP}, WS_{GK}) + 0,5 \cdot WS_{SNS} + 0,25 \cdot WS_{LIW} \quad (4.6.2.8)$$

gdzie:

WS_P – wskaźnik stanu powierzchni,

WS_{RP} – wartość stanu równości podłużnej,

WS_{GK} – wartość stanu głębokości nierówności poprzecznej,

WS_{SNS} – wartość stanu spękań i nieszczelnych spoin technologicznych,

WS_{LIW} – wartość stanu łat i wybojów.

Wariant podstawowy

(9) Wskaźnik stanu użytkowego nawierzchni asfaltowej według wariantu podstawowego oblicza się ze wzoru (4.6.2.9):

$$WS_U = \min(WS_{RP}, WS_{GK}) \quad (4.6.2.9)$$

gdzie:

WS_U – wskaźnik stanu użytkowego,

WS_{RP} – wartość stanu równości podłużnej,

WS_{GK} – wartość stanu głębokości koleiny.

Wariant minimalny

Nie wyznacza się wskaźników stanu.

4.6.3. Wskaźniki stanu w poszczególnych wariantach oceny stanu nawierzchni betonowych

Wariant zalecany

(1) Wskaźnik stanu użytkowego nawierzchni betonowej według wariantu zalecanego oblicza się ze wzoru (4.6.3.1):

$$WS_U = \min(WS_{RP}, WS_{GK}, WS_{USK}) \quad (4.6.3.1)$$

gdzie:

WS_U – wskaźnik stanu użytkowego,
 WS_{RP} – wartość stanu równości podłużnej,
 WS_{GK} – wartość stanu głębokości nierówności poprzecznej,
 WS_{USK} – wartość stanu uskoku płyt.

(2) Wskaźnik stanu konstrukcji nawierzchni betonowej według wariantu zalecanego oblicza się ze wzoru (4.6.3.2):

$$WS_K = 0,5 \cdot WS_{SNS} + 0,5 \cdot \min(WS_{RP}, WS_{GK}, WS_{USK}) \quad (4.6.3.2)$$

gdzie:

WS_K – wskaźnik stanu konstrukcji,
 WS_{SNS} – wartość stanu spękań i nieszczelnych spoin technologicznych,
 WS_{GK} – wartość stanu głębokości nierówności poprzecznej,
 WS_{RP} – wartość stanu równości podłużnej,
 WS_{USK} – wartość stanu uskoku płyt.

Wariant optymalny

(3) Wskaźnik stanu użytkowego nawierzchni betonowej według wariantu optymalnego oblicza się ze wzoru (4.6.3.3):

$$WS_U = \min(WS_{RP}, WS_{GK}, WS_{USK}) \quad (4.6.3.3)$$

gdzie:

WS_U – wskaźnik stanu użytkowego,
 WS_{RP} – wartość stanu równości podłużnej,
 WS_{GK} – wartość stanu głębokości nierówności poprzecznej,
 WS_{USK} – wartość stanu uskoku płyt.

(4) Wskaźnik stanu konstrukcji nawierzchni betonowej według wariantu optymalnego oblicza się ze wzoru (4.6.3.4):

$$WS_K = 0,25 \cdot WS_{SNS} + 0,5 \cdot \min(WS_D, WS_{LTE}) + 0,25 \cdot \min(WS_{RP}, WS_{GK}, WS_{USK}) \quad (4.6.3.4)$$

gdzie:

WS_K – wskaźnik stanu konstrukcji,
 WS_{SNS} – wartość stanu spękań i nieszczelnych spoin technologicznych,
 WS_D – wartość stanu ugięcia maksymalnego,
 WS_{LTE} – wartość stanu współpracy płyt,
 WS_{RP} – wartość stanu równości podłużnej,
 WS_{GK} – wartość stanu głębokości nierówności poprzecznej,
 WS_{USK} – wartość stanu uskoku płyt.

(5) Wskaźnik stanu powierzchni nawierzchni betonowej według wariantu optymalnego oblicza się ze wzoru (4.6.3.5):

$$WS_P = 0,35 \cdot \min(WS_{RP}, WS_{GK}, WS_{USK}) + 0,65 \cdot WS_{SNS} \quad (4.6.3.5)$$

gdzie:

WS_P – wskaźnik stanu powierzchni,
 WS_{RP} – wartość stanu równości podłużnej,
 WS_{GK} – wartość stanu głębokości nierówności poprzecznej,
 WS_{USK} – wartość stanu uskoku płyt,
 WS_{SNS} – wartość stanu spękań i nieszczelnych spoin technologicznych.

Wariant optymalny uzupełniony o badanie właściwości przeciwpoślizgowych

(6) Wskaźnik stanu użytkowego nawierzchni betonowej według wariantu optymalnego uzupełnionego o badanie właściwości przeciwpoślizgowych oblicza się ze wzoru (4.6.3.6):

$$WS_U = 0,37 \cdot \min(WS_{RP}, WS_{GK}, WS_{USK}) + 0,63 \cdot WS_{WT} \quad (4.6.3.6)$$

gdzie:

WS_U – wskaźnik stanu użytkowego,

WS_{RP} – wartość stanu równości podłużnej,

WS_{GK} – wartość stanu głębokości nierówności poprzecznej,

WS_{USK} – wartość stanu uskoku płyt,

WS_{WT} – wartość stanu współczynnika tarcia.

(7) Wskaźnik stanu konstrukcji nawierzchni betonowej według wariantu optymalnego uzupełnionego o badanie właściwości przeciwpoślizgowych oblicza się ze wzoru (4.6.3.7):

$$WS_K = 0,25 \cdot WS_{SNS} + 0,5 \cdot \min(WS_D, WS_{LTE}) + 0,25 \cdot \min(WS_{RP}, WS_{GK}, WS_{USK}) \quad (4.6.3.7)$$

gdzie:

WS_K – wskaźnik stanu konstrukcji,

WS_{SNS} – wartość stanu spękań i nieszczelnych spoin technologicznych,

WS_D – wartość stanu ugięcia maksymalnego,

WS_{LTE} – wartość stanu współpracy płyt,

WS_{RP} – wartość stanu równości podłużnej,

WS_{GK} – wartość stanu głębokości nierówności poprzecznej,

WS_{USK} – wartość stanu uskoku płyt.

(8) Wskaźnik stanu powierzchni nawierzchni betonowych według wariantu optymalnego uzupełnionego o badanie właściwości przeciwpoślizgowych oblicza się ze wzoru (4.6.3.8):

$$WS_P = 0,35 \cdot \min(WS_{RP}, WS_{GK}, WS_{USK}) + 0,65 \cdot WS_{SNS} \quad (4.6.3.8)$$

gdzie:

WS_P – wskaźnik stanu powierzchni,

WS_{RP} – wartość stanu równości podłużnej,

WS_{GK} – wartość stanu głębokości nierówności poprzecznej,

WS_{USK} – wartość stanu uskoku płyt,

WS_{SNS} – wartość stanu spękań i nieszczelnych spoin technologicznych.

Wariant podstawowy

(9) Wskaźnik stanu użytkowego nawierzchni betonowej według wariantu podstawowego oblicza się ze wzoru (4.6.2.9):

$$WS_U = \min(WS_{RP}, WS_{GK}, WS_{USK}) \quad (4.6.3.9)$$

gdzie:

WS_U – wskaźnik stanu użytkowego,

WS_{RP} – wartość stanu równości podłużnej,

WS_{GK} – wartość stanu głębokości nierówności poprzecznej,

WS_{USK} – wartość stanu uskoku płyt.

Wariant minimalny

Nie wyznacza się wskaźników stanu.

4.6.4. Wskaźnik oceny ogólnej

(1) Wskaźnik oceny ogólnej oblicza się ze wzoru (4.6.4.1):

$$WOG = \min(W_{S_u}, W_{S_k}, W_{S_p}) \quad (4.6.4.1)$$

gdzie:

WOG – wskaźnik oceny ogólnej,
 W_{S_u} – wskaźnik stanu użytkowego,
 W_{S_k} – wskaźnik stanu konstrukcji,
 W_{S_p} – wskaźnik stanu powierzchni.

4.7. Kontrola stanu pasa drogowego

4.7.1. 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 uszkodzeń powierzchniowych. Wyniki fotorejestracji znajdują szerokie zastosowanie także poza ewidencją korytarza drogi, identyfikacją uszkodzeń 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 powinny być spełnione wszystkie wymagania wymienione w wytycznych.

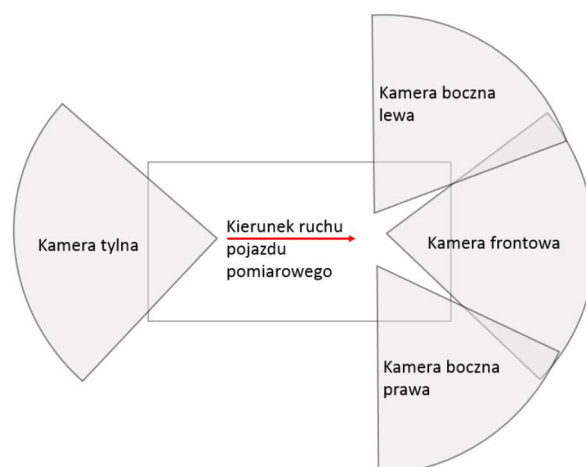
(4) Ocena stanu pasa drogowego wykonywana jest na podstawie obmiarów uzyskanych w ramach inwentaryzacji drogi.

4.7.2. 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:

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

(2) Schemat rozmieszczenia i kątów widzenia kamer przedstawiono na rys. 4.7.2.1.



Rys. 4.7.2.1. 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 powinny 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. 4.7.2.2.



Rys. 4.7.2.2. Przykład obrazu z trzech kamer: lewej, frontowej i prawej

(4) Przykład obrazu pasa drogowego uzyskanego ze zdjęcia zarejestrowanego przez kamerę tylną przedstawia rys. 4.7.2.3.



Rys. 4.7.2.3. 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 powinien 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 o jezdni jak i o dwóch jezdniach głównych – wykonuje na prawym zewnętrznym pasie ruchu, w kierunku zgodnym z kierunkiem ruchu.
- (11) Fotorejestrację pasa drogowego wykonuje się niezależnie od rodzaju nawierzchni (łącznie z drogami o nawierzchni gruntowej).
- (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:
- dane określające system pomiarowy,
 - dane określające podmiot odpowiedzialny za produkcję systemu pomiarowego,
 - przyporządkowanie pomiaru do kampanii pomiarowej,
 - czas i data wykonania pomiaru.

4.7.3. Wymagania jakościowe dotyczące fotorejestracji pasa drogowego

- (1) W odniesieniu do fotorejestracji pasa drogowego, ustala się następujące wymagania:
- częstość wykonania zdjęć pasa drogowego [m] – określa, co jaką odległość muszą być wykonywane zdjęcia pasa drogowego,
 - dokładność lokalizacji współrzędnych geograficznych [m] – dokładność, z jaką określone są współrzędne geograficzne skojarzone ze zdjęciami pasa drogowego,
 - odległość środka zdjęcia [m] – odległość mierzona wzdłuż kierunku przejazdu pojazdu pomiarowego pomiędzy kamerą a punktem przecięcia się osi optycznej kamery z płaszczyzną jezdni,
 - wysokość zamontowania kamer [m] – wysokość zamontowania kamer wykonujących zdjęcia pasa drogowego nad powierzchnią jezdni,
 - położenie linii horyzontu na zdjęciu frontowym [%] – wysokość linii horyzontu na zdjęciu, wyrażona poprzez procent rozdzielczości pionowej zdjęcia dzielący linię horyzontu od górnej krawędzi zdjęcia,
 - widoczność na zdjęciu [m] – wyrażony w metrach zakres widoczności wzdłuż kierunku przejazdu na zdjęciu z kamery frontowej lub tylnej,
 - dokładność określenia położenia kamer [cm] – tolerancja przy określeniu położenia kamer rejestrujących zdjęcia pasa drogowego względem urządzenia mierzącego współrzędne geograficzne,
 - dokładność określenia osi optycznej [°] – tolerancja przy określeniu kątów wyznaczających oś optyczną kamer rejestrujących zdjęcia pasa drogowego,
 - rozmiar poziomy zdjęć pasa drogowego [px] – rozmiar, jaki musi mieć w poziomie zdjęcie pasa drogowego,
 - rozmiar pionowy zdjęć pasa drogowego [py] – rozmiar, jaki musi mieć w pionie zdjęcie pasa drogowego,
 - minimalny kąt widzenia kamer przednich [°] – minimalny kąt, pod jakim musi być ustawiona kamera przednia.
- (2) Wartości liczbowe do wymagań dla fotorejestracji pasa drogowego przedstawia tab. 4.7.3.1.

Tab. 4.7.3.1. 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

(3) Pomiar wykonuje się z możliwie stałą prędkością, dostosowaną do warunków ruchu (maksymalnie 60 km/h), umożliwiającą prawidłowe wykonanie rejestracji obrazu. Prędkość pomiaru dobiera się w taki sposób, 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 wykonuje się przy świetle dziennym, tak aby zdjęcia pasa drogowego były odpowiednio doświetlone i ostre. Pomiarów wykonuje się podczas opadów, przy zamgleniu i gdy panują niesprzyjające warunki atmosferyczne, które wpływają negatywnie na jakość i czytelność zdjęć. Wykonując fotorejestrację należy mieć na uwadze, aby zarejestrowane zdjęcia były ostre i czytelne.

(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 powinny mieć tą samą temperaturę barwową.

(9) Optyka kamer powinna 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 m.

(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 jeżeli to konieczne, zatrzymać pomiar i wyczyścić obiektywy kamer.

(13) Wykonawca pomiarów zobowiązany jest do zapewnienia bezpieczeństwa podczas wykonywania pomiarów. Urządzenie pomiarowe powinno być odpowiednio oznakowane podczas wykonywania pomiaru. Oznakowanie pojazdu pozostaje w gestii wykonawcy pomiarów.

5. Kontrola stanu dróg na podstawie oceny wizualnej

(1) Przed przystąpieniem do oceny wizualnej drogi dzieli się ją na inwentaryzowane odcinki ze względu na rodzaj i intensywność występowania uszkodzeń. Ocenę wykonuje się oddzielnie dla poszczególnych części drogi.

5.1. Asfaltowe nawierzchnie jezdni

(1) Jakość nawierzchni asfaltowych ocenia się wizualnie na podstawie następujących 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, prostym, 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 nierówności poprzecznej 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, 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 [m²] jako iloczyn liczby wybojów i współczynnika 0,3,
- c) zakres uszkodzeń w postaci pęknięć podłużnych obliczany jest jako powierzchnia [m²] będąca iloczynem długości pęknięcia i współczynnika 1,0,
- d) zakres uszkodzeń w postaci pęknięć poprzecznych, skośnych i nieregularnych obliczany jest jako powierzchnia [m²] równa:
 - iloczynowi współczynnika 1,0 i szerokości ocenianego pasa, jeżeli długość pęknięcia przekracza połowę szerokości pasa ruchu,
 - iloczynowi współczynnika 1,0 i połowy szerokości ocenianego pasa, jeżeli długość pęknięcia nie przekracza połowy szerokości pasa ruchu.

(5) Przy wyznaczaniu oceny bierze się 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 procentach [%] oblicza się jako stosunek sumarycznego uszkodzenia wyrażonego w metrach kwadratowych [m²], obliczonego od wszystkich rodzajów uszkodzeń do powierzchni odcinka obliczeniowego o długości 100 m.

(7) Na podstawie wskaźnika uszkodzeń wyrażonego w procentach [%] odcinki kwalifikuje się do jednego ze stanów nawierzchni, zgodnie z podrozdziałem 5.1.3 w WR-D-83-1.

5.2. Betonowe nawierzchnie jezdni

(1) Jakość nawierzchni betonowych ocenia się wizualnie na podstawie następujących rodzajów podstawowych uszkodzeń:

- a) deformacje trwałe – (nierówności poprzeczne) 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 ubytki, odłamania krawędzi płyt, uszkodzenia powierzchni (z wyjątkiem wybojów),
- b) posiadające jeden wymiar: podłużny, poprzeczny albo skośny (pęknięcia pojedyncze, ubytki lub uszkodzenia dylatacji, uszkodzenia w obszarze łączenia płyt),
- c) bezwymiarowe: wyboje, pionowe przemieszczenia płyt.

(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, 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 [m²] jako iloczyn liczby wybojów i współczynnika 0,3,
- c) zakres uszkodzeń w postaci pojedynczych pęknięć podłużnych i obliczany jest jako powierzchnia [m²] będąca iloczynem długości pęknięcia i współczynnika 1,0,
- d) zakres uszkodzeń w postaci pęknięć poprzecznych, skośnych i nieregularnych obliczany jest jako powierzchnia [m²] równa:

- iloczynowi współczynnika 1,0 i szerokości ocenianego pasa, jeżeli długość pęknięcia przekracza połowę szerokości pasa ruchu,
- iloczynowi współczynnika 1,0 i połowy szerokości ocenianego pasa, jeżeli długość pęknięcia nie przekracza połowy szerokości pasa ruchu.

(5) Przy wyznaczaniu oceny bierze się 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 procentach [%] oblicza się jako stosunek sumarycznego uszkodzenia wyrażonego w metrach kwadratowych [m²], obliczonego od wszystkich rodzajów uszkodzeń do powierzchni odcinka obliczeniowego o długości 100 m.

(7) Na podstawie wskaźnika uszkodzeń wyrażonego w procentach [%] odcinki kwalifikuje się do jednego ze stanów nawierzchni, zgodnie z podrozdziałem 5.1.3 w WR-D-83-1.

5.3. Części poboczy o nawierzchni twardej

(1) Ocenę stanu części poboczy o nawierzchni twardej (opasek zewnętrznych lub pasów awaryjnych):

- a) asfaltowych – przeprowadza się według zasad określonych dla asfaltowych nawierzchni jezdni, zgodnie z podrozdziałem 5.1,
- b) betonowych – przeprowadza się według zasad określonych dla betonowych nawierzchni jezdni, zgodnie z podrozdziałem 5.2.

(2) Zasadę określoną w akapicie (1) stosuje się również do przeprowadzania oceny stanu opasek wewnętrznych.

5.4. Pobocza lub części poboczy o nawierzchni twardej

(1) Ocena stanu poboczy lub części poboczy o nawierzchni gruntowej polega na wskazaniu odcinków dróg, na których występują uskoki pomiędzy:

- a) powierzchnią jezdni a powierzchnią pobocza o nawierzchni gruntowej,
- b) powierzchnią części pobocza o nawierzchni twardej (opaską zewnętrzną, pasem awaryjnym) a powierzchnią części pobocza o nawierzchni gruntowej

– zgodnie z tab. 5.4.1.

Tab. 5.4.1. Klasyfikacja uskoków pomiędzy powierzchnią jezdni a powierzchnią pobocza o nawierzchni gruntowej lub powierzchnią części pobocza o nawierzchni twardej a powierzchnią części pobocza o nawierzchni gruntowej

Rodzaj uszkodzenia	Pobocze o nawierzchni gruntowej	Część pobocza o nawierzchni gruntowej
Brak	w poziomie jezdni	w poziomie części pobocza o nawierzchni twardej (opaski zewnętrznej, pasa awaryjnego)
Zaniżone	o nie więcej niż 5 cm	
	o więcej niż 5 cm i nie więcej niż 10 cm	
	o więcej niż 10 cm i nie więcej niż 15 cm	
	o więcej niż 15 cm	
Zawyżone	-	

(2) W trakcie wykonywania oceny wizualnej pobocza lub części pobocza o nawierzchni gruntowej dokonuje się podziału drogi na odcinki jednorodne. O długości odcinka pomiarowego decyduje wykonujący pomiar.

(3) Wyznaczone odcinki kwalifikuje się do jednego ze stanów poboczy lub części poboczy o nawierzchni gruntowej, zgodnie z podrozdziałem 5.2.2 w WR-D-83-1.

6. Klasyfikacja uszkodzeń nawierzchni

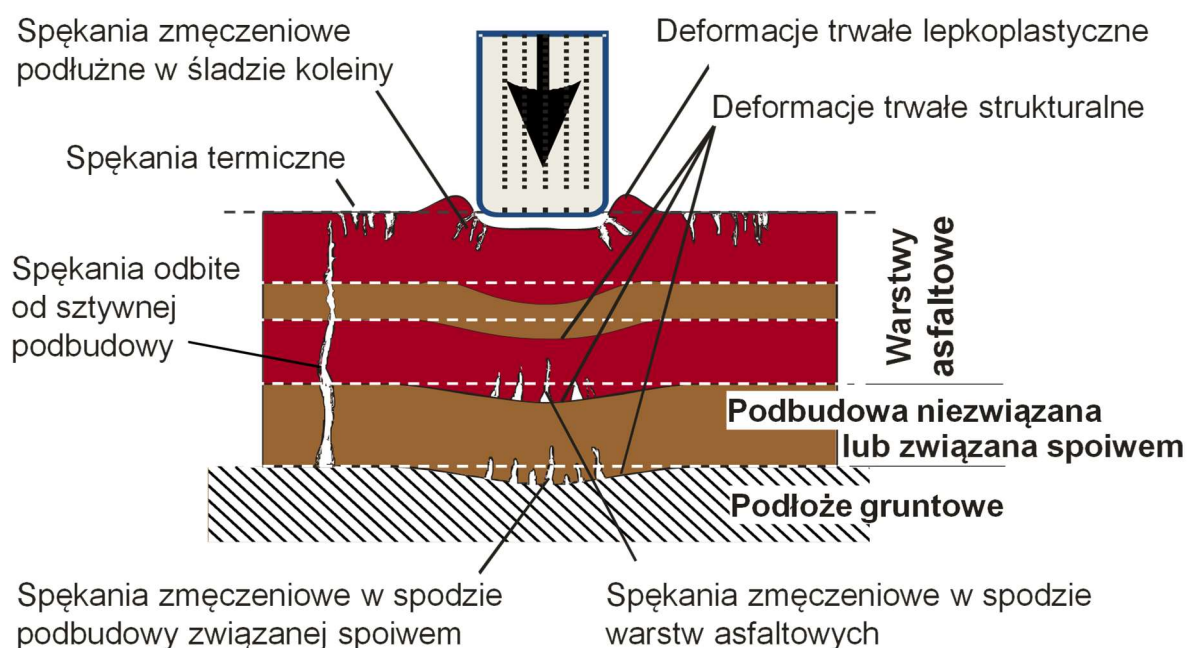
6.1. Asfaltowe nawierzchnie jezdni

(1) Wyróżnia się trzy podstawowe rodzaje uszkodzeń nawierzchni asfaltowych, które dodatkowo można podzielić na uszkodzenia szczegółowe (tab. 6.1.1).

Tab. 6.1.1. Klasyfikacja podstawowa uszkodzeń nawierzchni asfaltowych

Deformacje trwałe	nierówności poprzeczne lepkoplastyczne
	nierówności poprzeczne 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. 6.1.1 przedstawiono schemat poszczególnych uszkodzeń nawierzchni asfaltowej ze wskazaniem miejsca ich występowania.



Rys. 6.1.1. Schemat uszkodzeń nawierzchni asfaltowej z uwzględnieniem miejsca ich występowania

6.1.1. Deformacje trwałe

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

- a) nierówności poprzeczne lepkoplastyczne – deformacja warstwy ścieralnej lub wiążącej (rys. 6.1.1.1),
- b) nierówności poprzeczne strukturalne – deformacja podbudowy lub podłoża powodująca w konsekwencji deformację również wyższych warstw (rys. 6.1.1.2),
- c) sfałowania/deformacje inne – np. deformacje w postaci odcisków (rys. 6.1.1.3).

(2) Przyczyny przewidywane:

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

(3) Przyczyny nieplanowane:

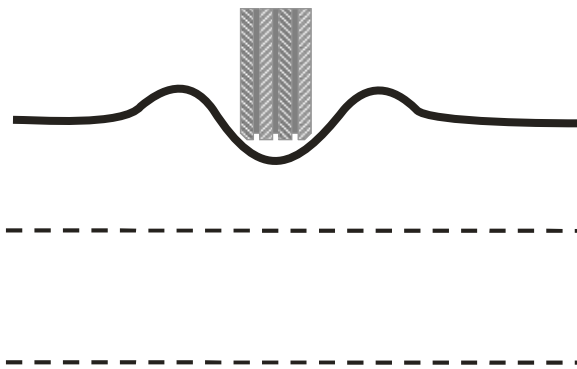
- a) zastosowanie mieszanki mineralno-asfaltowej o nieodpowiedniej odporności na deformacje trwałe (np. przez zastosowanie zbyt miękkiego lepiszcza, zbyt dużej zawartości lepiszcza, nieodpowiedniej mieszanki mineralnej),
- b) brak odpowiedniej nośności podbudowy lub podłoża spowodowane błędami projektowymi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

(4) Na rys. 6.1.1.1, 6.1.1.2 i 6.1.1.3 przedstawiono przykłady trzech rodzajów deformacji trwałych, a na rys. 6.1.1.4 i 6.1.1.5 przykłady odpowiednio – stanu niezadawalającego i złego nawierzchni skoleinowanej.

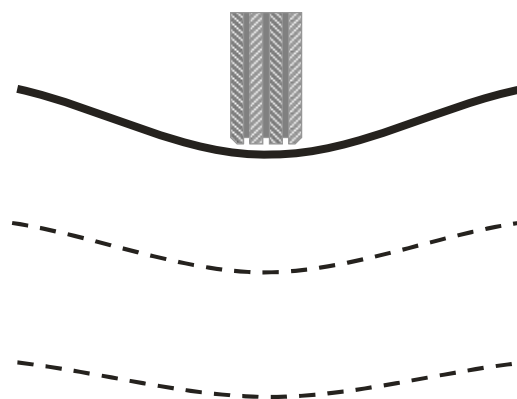


Rys. 6.1.1.1. Nierówności poprzeczne lepkoplastyczne

a)



b)



Rys. 6.1.1.2. Kształt nierówności poprzecznej: a) lepkoplastycznej; b) strukturalnej



Rys. 6.1.1.3. Deformacje trwałe – odciski



Rys. 6.1.1.4. Stan niezadowolający: widoczna deformacja w śladzie prawego koła – uszkodzenia zajmujące powyżej 10% powierzchni [2]



Rys. 6.1.1.5. Stan zły: liczne uszkodzenia zajmujące powyżej 50% powierzchni – nawierzchnia mocno skoleinowana [2]

6.1.2. Spękania

(1) Spękania nawierzchni asfaltowych dzielą się na:

- a) zmęczeniowe, w tym:
 - siatkowe (rys. 6.1.2.1, 6.1.2.2, 6.1.2.3, 6.1.2.4 i 6.1.2.5),
 - podłużne w śladzie nierówności poprzecznej (pojedyncze)/w krawędzi śladu opony (rys. 6.1.2.6 i 6.1.2.7),
- b) termiczne (pojedyncze), w tym:
 - niskotemperaturowe poprzeczne (pojedyncze) (rys. 6.1.2.8),
 - niskotemperaturowe w połączeniu technologicznym (rys. 6.1.2.11),
 - termiczne zmęczeniowe (blokowe) (rys. 6.1.2.12 i 6.1.2.13),
- c) odbite (pojedyncze), w tym:
 - poprzeczne (przy dobrym podparciu krawędzi płyt)
 - poprzeczne (przy braku podparcia krawędzi płyt),
 - podłużne (rys. 6.1.2.1).

(2) Przyczyny przewidywane:

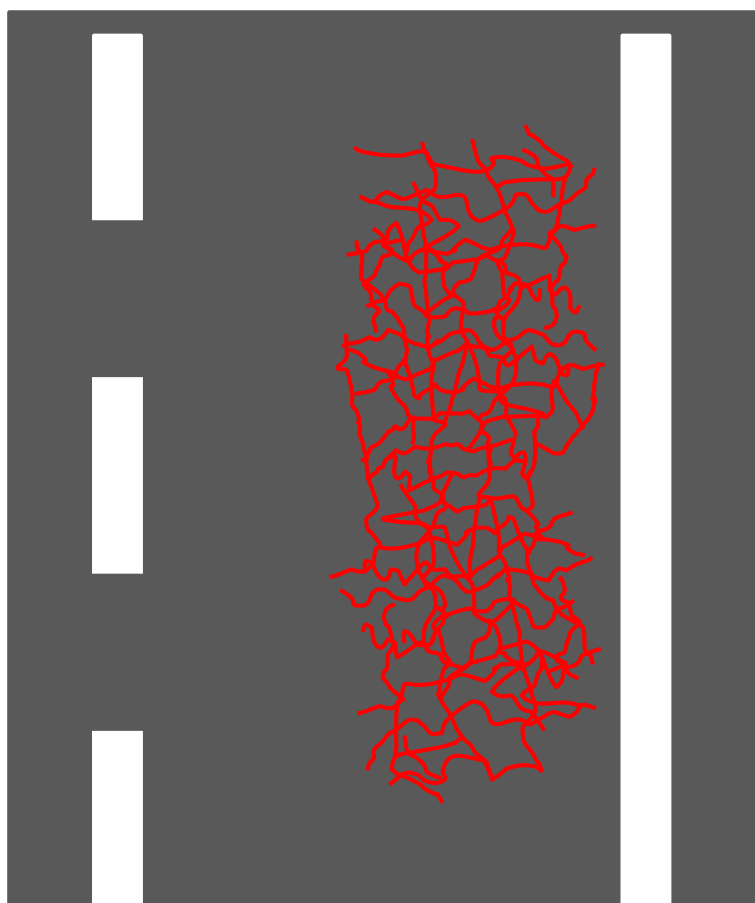
- a) oddziaływanie obciążeń od ruchu samochodów ciężarowych oraz obciążeń termicznych o charakterze zmęczeniowym,
- b) oddziaływanie niskiej temperatury.

(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. 6.1.2.1, 6.1.2.2, 6.1.2.3, 6.1.2.4 i 6.1.2.5 przedstawiono przykłady spękań zmęczeniowych siatkowych od obciążenia ruchem, a na rys. 6.1.2.6 i 6.1.2.7 spękania zmęczeniowe podłużne w śladzie nierówności poprzecznej (pojedyncze).

(5) Na rys. 6.1.2.8, 6.1.2.9, 6.1.2.10 i 6.1.2.11 przedstawiono przykłady spękań termicznych pojedynczych, a na rys. 6.1.2.12 i 6.1.2.13 przedstawiono przykłady spękań termicznych zmęczeniowych blokowych.



Rys. 6.1.2.1. Schemat spękania siatkowego zmęczeniowego od obciążenia ruchem



Rys. 6.1.2.2. Stan niezadawalający: skupiska spękań siatkowych zajmujące do 15% powierzchni [2]



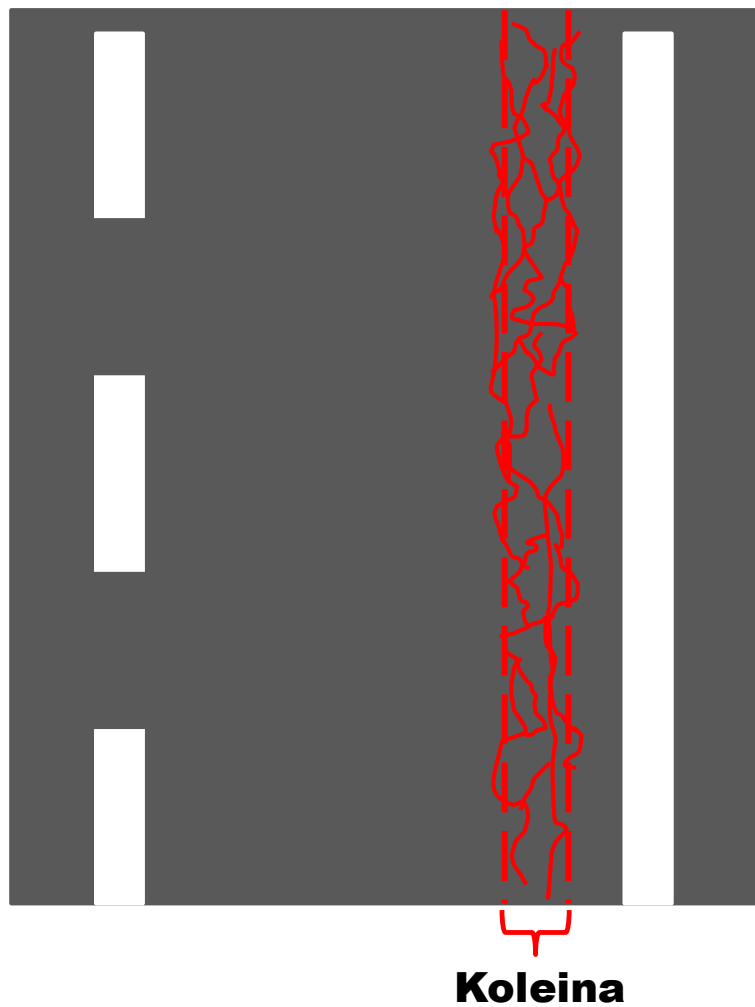
Rys. 6.1.2.3. Stan zły: spękania siatkowe i skupiska spękań zajmujące ponad 50% powierzchni [2]



Rys. 6.1.2.4. Stan zły: spękania siatkowe zajmujące ponad 50% powierzchni [2]



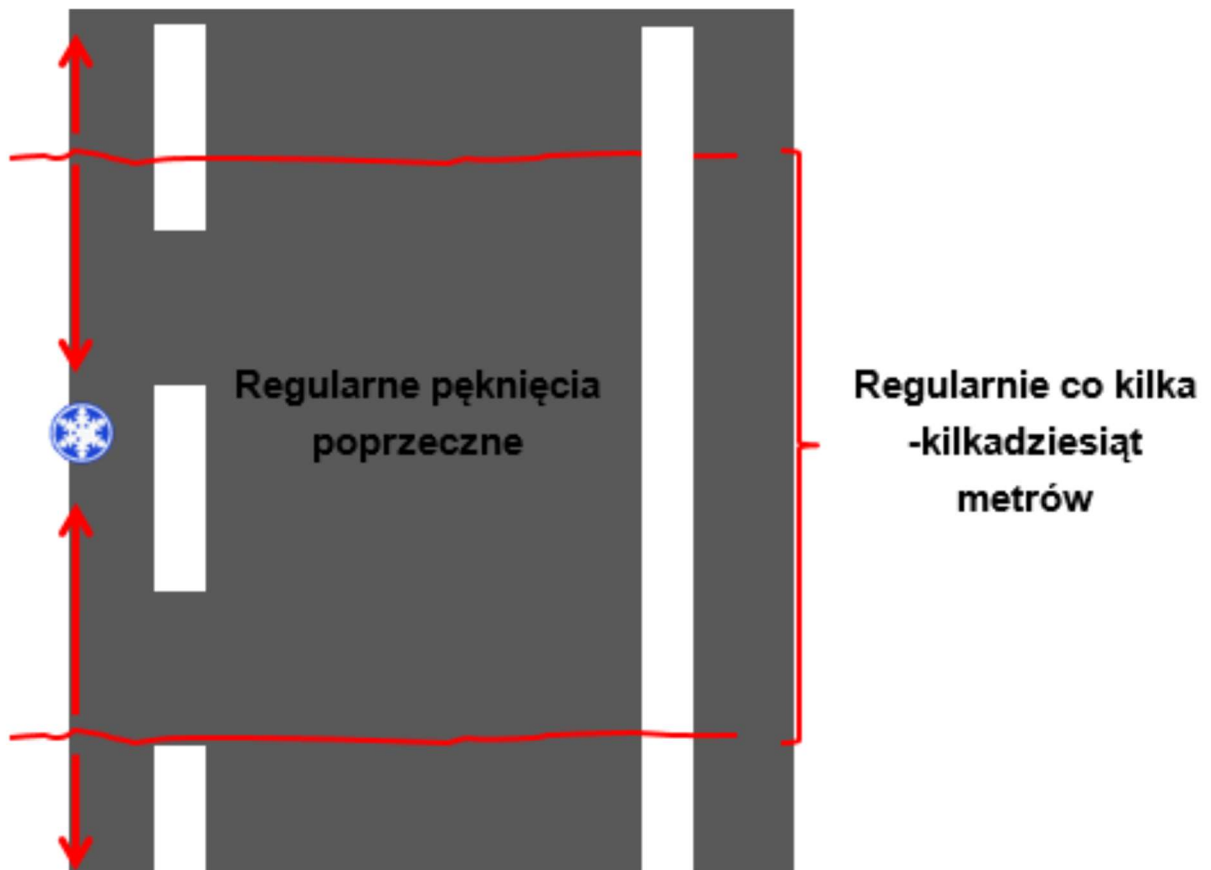
Rys. 6.1.2.5. Przykład spękania zmęczeniowego przy połączeniu technologicznym



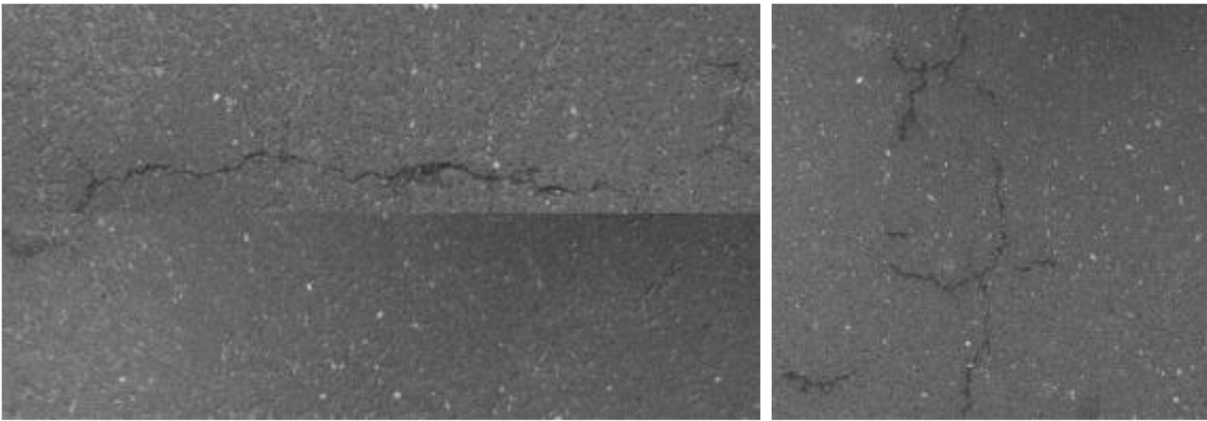
Rys. 6.1.2.6. Schemat spękań zmęczeniowych podłużnych (w śladzie nierówności poprzecznej)



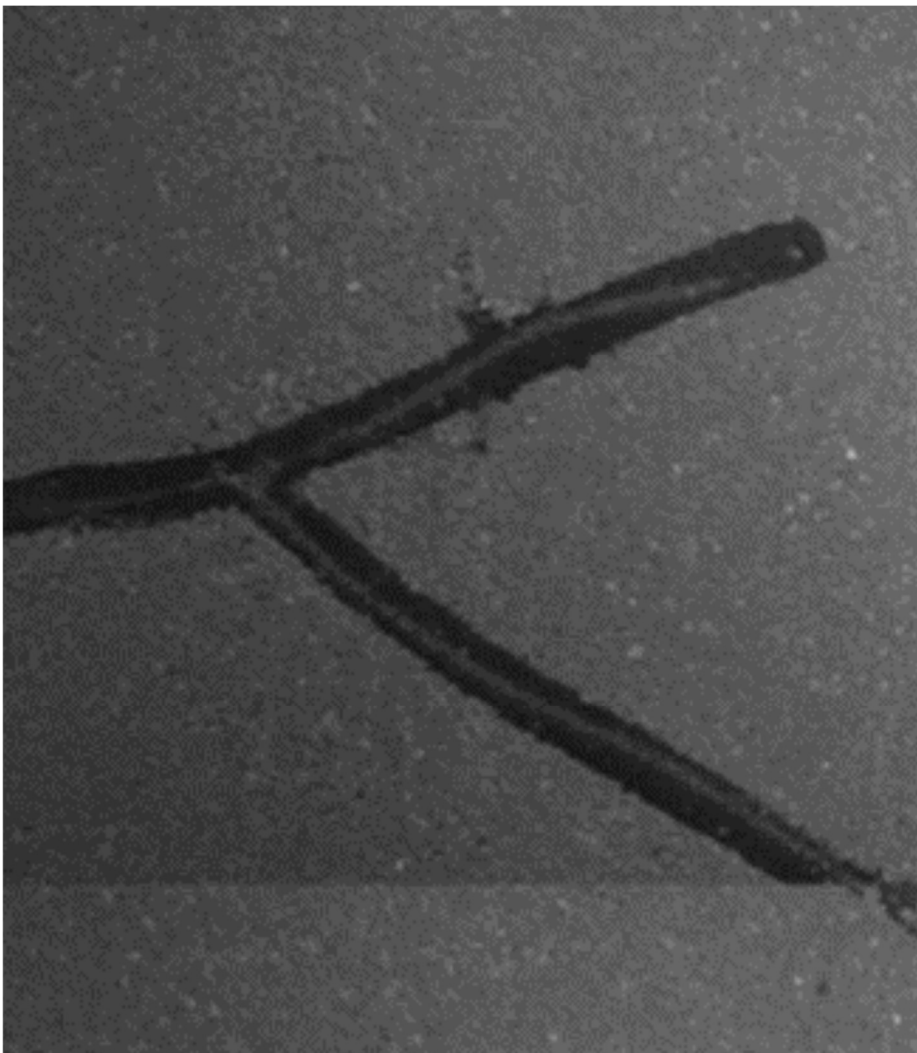
Rys. 6.1.2.7. Spękania zmęczeniowe podłużne (w śladzie nierówności poprzecznej)



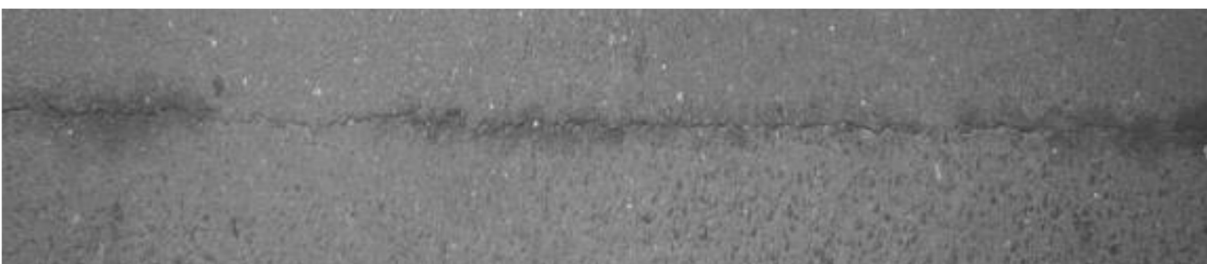
Rys. 6.1.2.8. Schemat pęknięć termicznych pojedynczych poprzecznych [2]



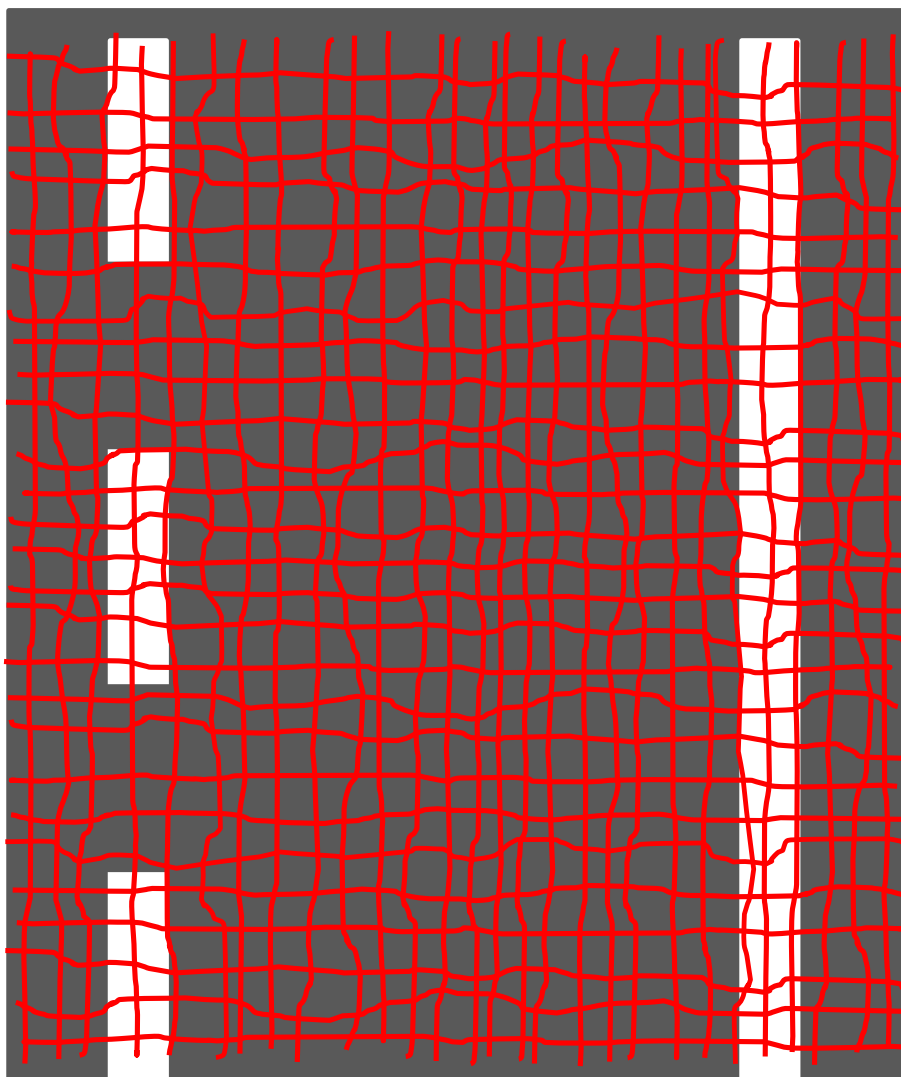
Rys. 6.1.2.9. Spękania termiczne [2]



Rys. 6.1.2.10. Pęknięcie termiczne naprawione [2]



Rys. 6.1.2.11. Spękanie termiczne pojedyncze w połączeniu technologicznym [2]



Rys. 6.1.2.12. Schemat spękań termicznych zmęczeniowych (blokowych)



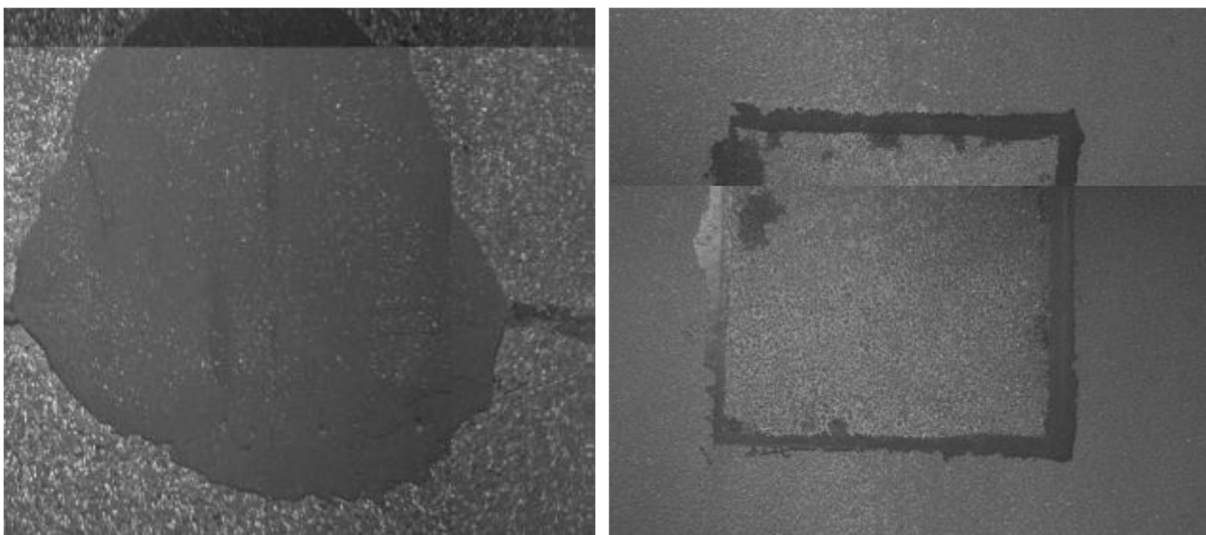
Rys. 6.1.2.13. Stan zły: spękania termiczne zmęczeniowe (blokowe) zajmujące powyżej 50% powierzchni

6.1.3. 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. 6.1.3.1),
 - b) wypolerowanie ziaren kruszywa,
 - c) łaty i wyboje (ubytek nawierzchni na głębokość większą niż grubość warstwy ścieralnej oraz miejsca wymiany lub uzupełnienia nawierzchni) (rys. 6.1.3.2, 6.1.3.3, 6.1.3.4, 6.1.3.5, 6.1.3.6 i 6.1.3.7),
 - d) wyptyw (plamy) lepiszcza (rys. 6.1.3.8 i 6.1.3.9) – tzw. przebitumowania.
- (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) wyptywy 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. 6.1.3.1. Ubytki ziaren kruszywa i lepiszcza oraz mieszanki mineralno-asfaltowej



Rys. 6.1.3.2. Łaty: o nieregularnym i regularnym kształcie [2]



Rys. 6.1.3.3. Przykłady wybojów [2]



Rys. 6.1.3.4. Stan niezadawalający: łaty zajmujące do 20% powierzchni [2]



Rys. 6.1.3.5. Stan niezadawalający: łaty zajmujące do 20% powierzchni [2]



Rys. 6.1.3.6. Stan niezadawalający: łaty oraz spękania zajmujące do 20% powierzchni [2]



Rys. 6.1.3.7. Stan zły: liczne wyboje – powyżej 50% powierzchni [2]



Rys. 6.1.3.8. Wyptyw (plamy) lepiszcza



Rys. 6.1.3.9. Wyptyw (plamy) lepiszcza

6.2. Betonowe nawierzchnie jezdni

(1) W rozdziale zamieszczono listę uszkodzeń nawierzchni obejmującą: deformacje trwałe, pęknięcia, uszkodzenia powierzchni, uszkodzenia w obszarze łączenia płyt, uszkodzenia wypełnienia dylatacji. 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.

6.2.1. Deformacje trwałe

Nierówności poprzeczne

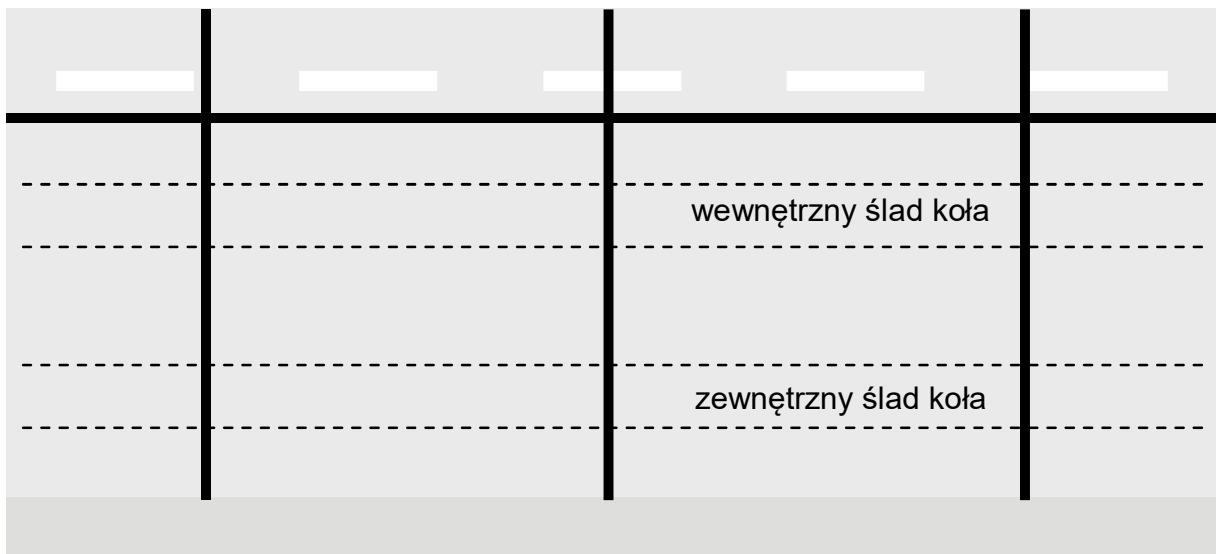
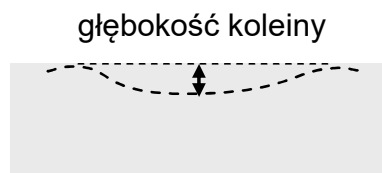
(1) Ubytki nawierzchni w obrębie górnej warstwy nawierzchni, spowodowane ścieraniem (rys. 6.2.1.1 i 6.2.1.2). Identyfikowane w przekroju poprzecznym w wewnętrznym i zewnętrznym śladzie koła w kierunku prostopadłym do osi jezdni (kierunku jazdy) w zakresie długości fali równości i megatekstury.

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

(3) Przyczyny nieplanowane: niska odporność kruszywa na rozdrabnianie.



Rys. 6.2.1.1. Widok poprzecznych deformacji trwałych



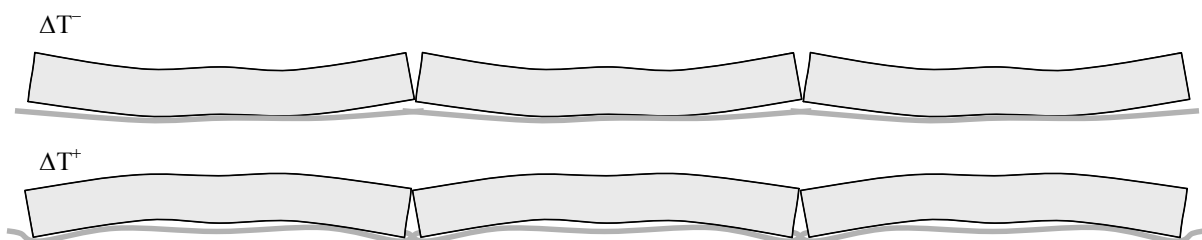
Rys. 6.2.1.2. Schemat poprzecznych deformacji trwałych

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. 6.2.1.3).

(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. 6.2.1.3. Schemat deformacji 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. 6.2.1.4).

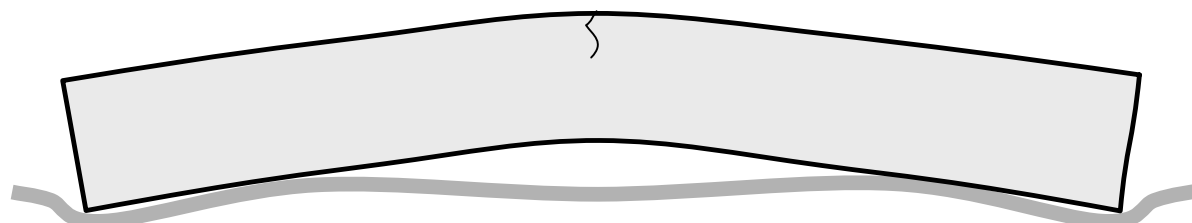
(7) Przyczyny przewidywane: brak.

(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. 6.2.1.5),
- b) znaczne zmiany wilgotnościowe powodujące paczenie się płyty.



Rys. 6.2.1.4. Widok deformacji podłużnych na długości płyty



Rys. 6.2.1.5. 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. 6.2.1.6 i 6.2.1.7).

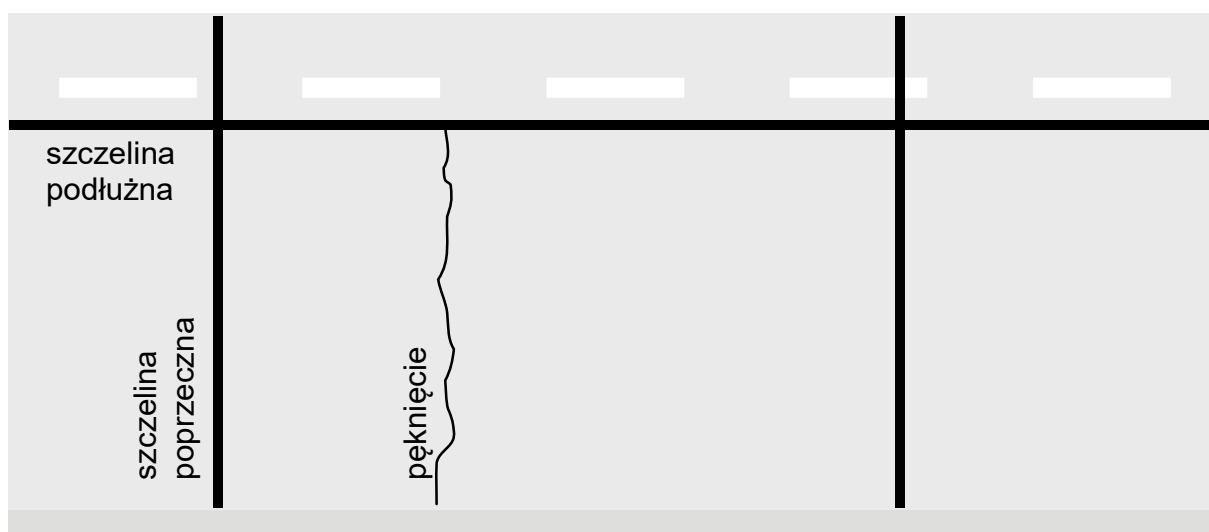
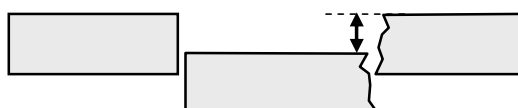
(10) Przyczyny przewidywane: degradacja podłoża lub podbudowy spowodowana np. niewłaściwym utrzymaniem szczelin dylatacyjnych.

(11) Przyczyny nieplanowane:

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



Rys. 6.2.1.6. Widok uskoków płyt



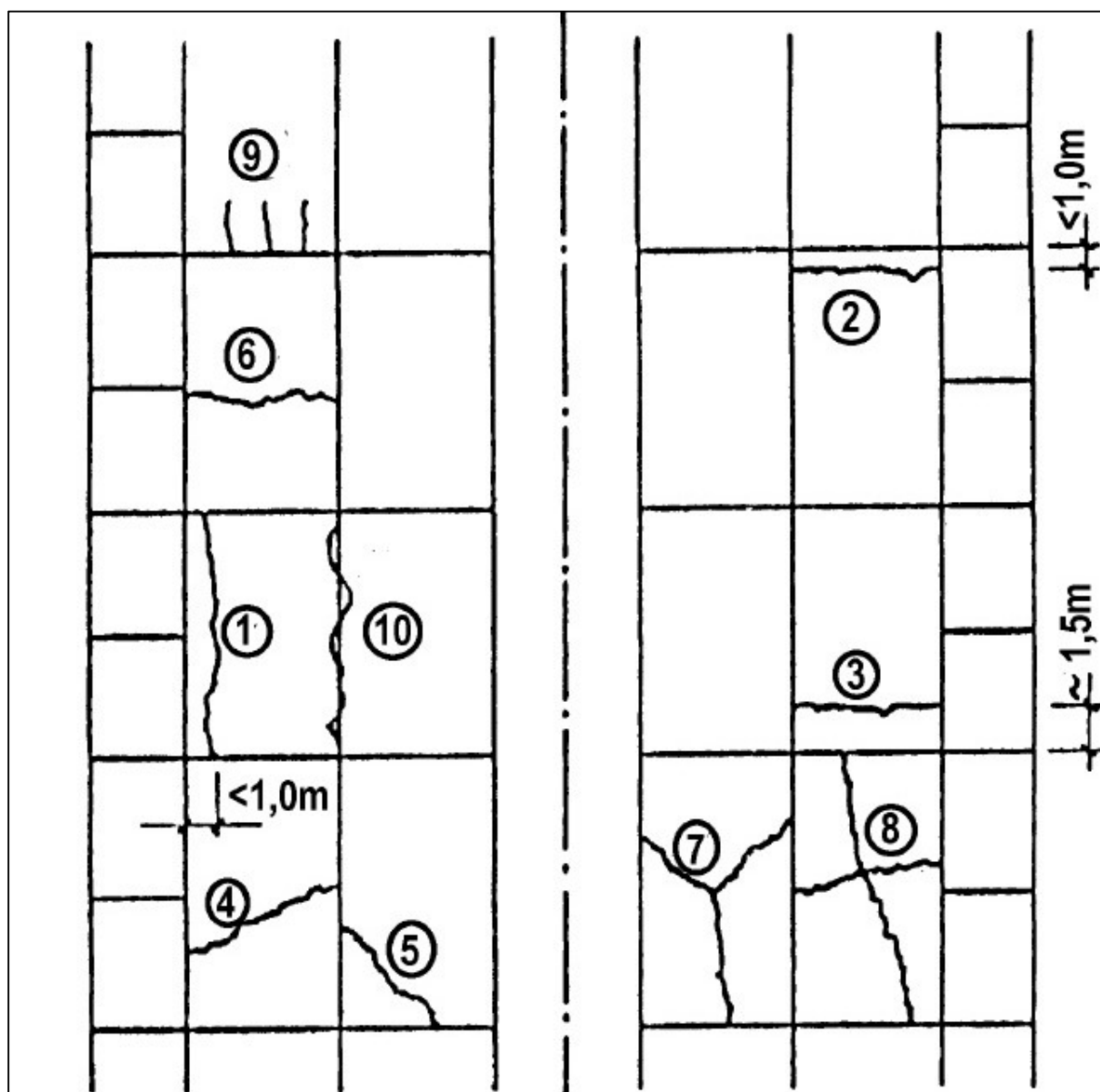
Rys. 6.2.1.7. Schemat uskoków płyt

6.2.2. Pęknięcia

Ogólna klasyfikacja pęknięć

(1) Wyróżnia się następujące typowe przypadki spękań nawierzchni z betonu cementowego (rys. 6.2.2.1):

- podłużne w odległości do 1,0 m od krawędzi płyty,
- poprzeczne w odległości do 1,0 m od krawędzi płyty,
- poprzeczne w odległości większej niż 1,5 m od krawędzi płyty,
- ukośne w środku płyty,
- ukośne w rogu płyty (tzw. odłamanie naroża),
- poprzeczne w środku płyty,
- rozchodzące się w środku płyty,
- krzyżowe w środku płyty,
- przykrawędziowe krótkie (np. związane z awarią w obrębie dybli/łączenia płyt),
- podłużne wzdłuż krawędzi płyty.



Rys. 6.2.2.1. Schemat typowych spękań nawierzchni betonowych: 1) podłużne w odległości do 1,0 m od krawędzi płyty; 2) poprzeczne w odległości do 1,0 m od krawędzi płyty; 3) poprzeczne w odległości większej niż 1,5 m od krawędzi płyty; 4) ukośne w środku płyty; 5) ukośne w rogu płyty; 6) poprzeczne w środku płyty; 7) rozchodzące się w środku płyty; 8) krzyżowe w środku płyty; 9) przykrawędziowe krótkie; 10) podłużne wzdłuż krawędzi płyty

Pęknięcia pojedyncze podłużne i ukośne

(2) 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. 6.2.2.2, 6.2.2.3 i 6.2.2.4).

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

(4) Przyczyny nieplanowane:

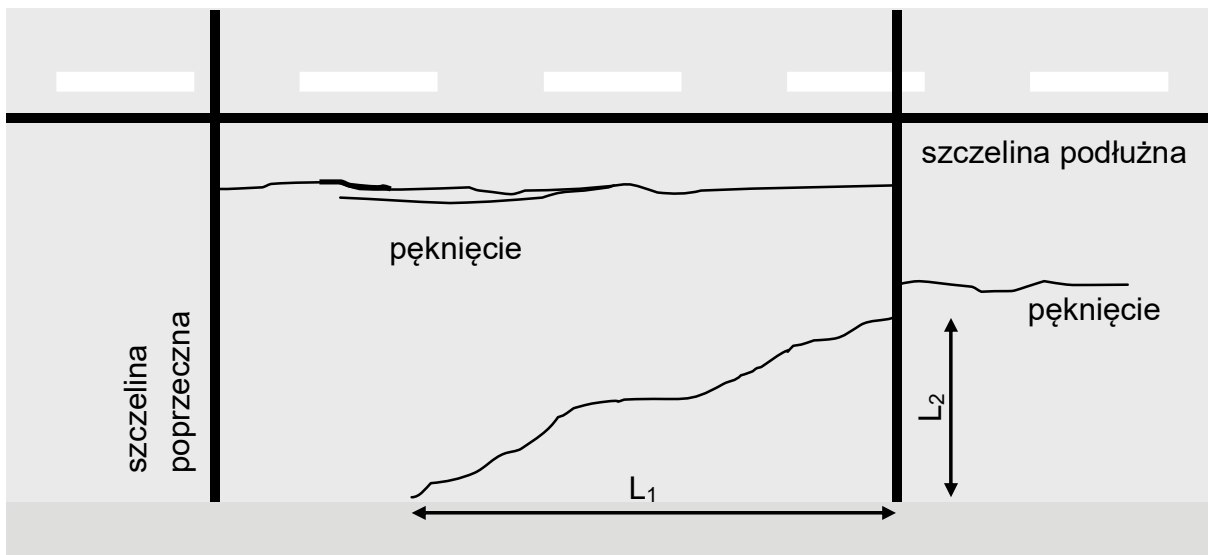
- a) zbyt duże wymiary w planie płyt,
- b) zbyt cienkie płyty,
- c) niewłaściwa (zbyt niska nośność lub zbyt sztywna) nośność podłoża/podbudowy lub korpusu budowli ziemnej,
- d) niewłaściwe utrzymanie wypełnienia szczelin dylatacyjnych,
- e) brak podparcia płyty,
- f) mała wytrzymałość betonu płyty na rozciąganie,
- g) błędy technologiczne przy układaniu mieszanki betonowej (przewibrowanie przy układaniu w śladach wibratorów).



Rys. 6.2.2.2. Widok pęknięcia podłużnego na długości płyty



Rys. 6.2.2.3. Widok krótkich pęknięć podłużnych



$$L_1 \gg L_2$$

Rys. 6.2.2.4. Schemat pęknięć podłużnych i ukośnych

Pęknięcia pojedyncze poprzeczne przez całą szerokość płyty

(5) Rozdzielenie się struktury płyty na całej lub częściowej jej grubości tworząc dwie płaszczyzny (rys. 6.2.2.5 i 6.2.2.6), przebiegające w kierunku prostopadłym do dłuższego boku płyty, najczęściej prostopadłe do osi jezdni (kierunku jazdy).

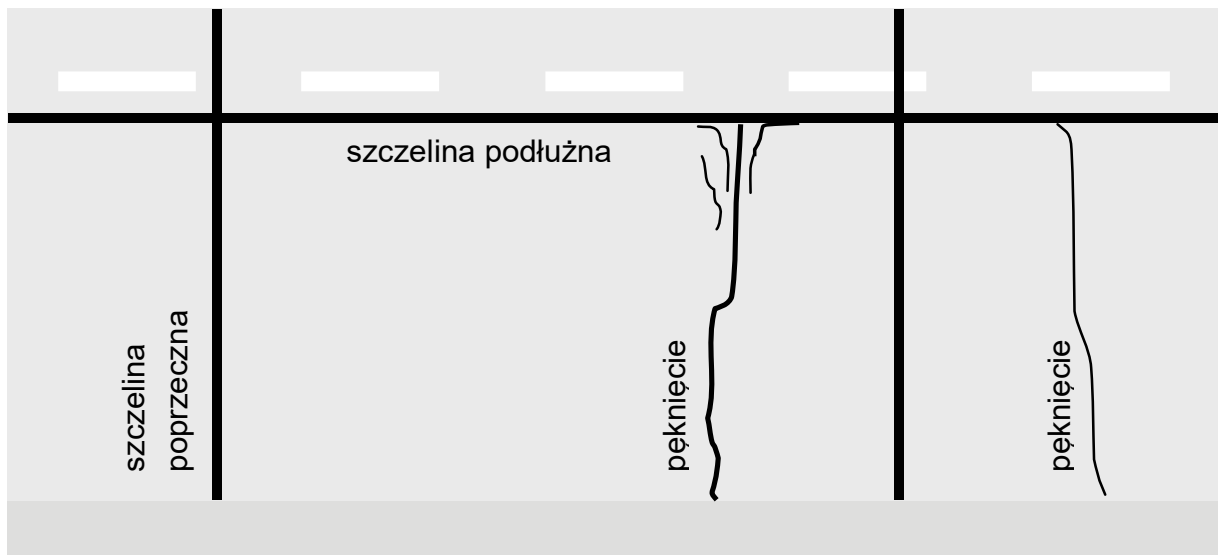
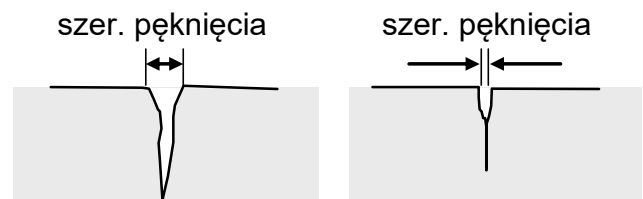
(6) Przyczyny przewidywane: oddziaływanie obciążenia lub temperatury o charakterze zmęczeniowym.

(7) 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) błędy wykonawstwa szczelin (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. 6.2.2.5. Widok pęknięć poprzecznych



Rys. 6.2.2.6. Schemat pęknięć poprzecznych

Pęknięcia naroży

(8) Rozdzielenie się struktury płyty na całej lub częściowej jej grubości tworząc dwie płaszczyzny, przebiegające skośnie w obszarze naroży płyty (rys. 6.2.2.7, 6.2.2.8 i 6.2.2.9).

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

(10) Przyczyny nieplanowane:

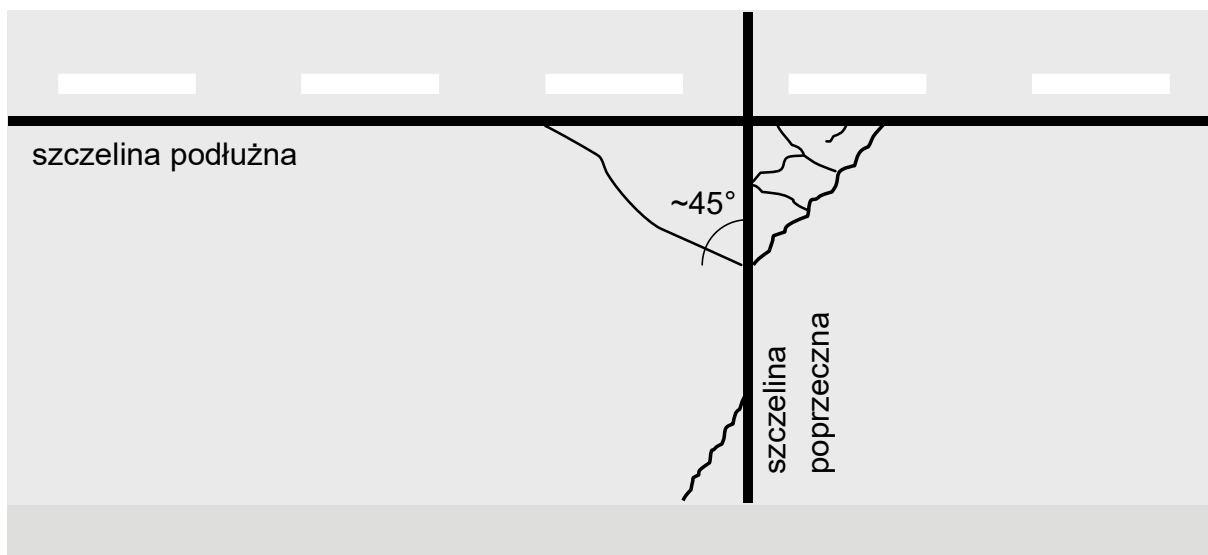
- a) niewłaściwa geometria płyt,
- b) mała nośność podłoża/podbudowy lub korpusu budowli ziemnej,
- c) brak właściwego podparcia płyty,
- d) mała wytrzymałość betonu płyty na rozciąganie.



Rys. 6.2.2.7. Widok pęknięcia naroża



Rys. 6.2.2.8. Widok pęknięcia naroża z częściowym wykruszeniem



Rys. 6.2.2.9. Schemat pęknięcia naroża

Pęknięcia blokowe

(11) Rozdzielenie się struktury płyty na całej jej grubości, tworzące dwie lub więcej płaszczyzn (rys. 6.2.2.10, 6.2.2.11 i 6.2.2.12), przebiegające prostopadle i równoległe albo ukośnie do osi jezdni (kierunku jazdy), wzajemnie przecinające się, dzielące płyty na kilka odrębnych fragmentów (połamane płyty).

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

(13) Przyczyny nieplanowane:

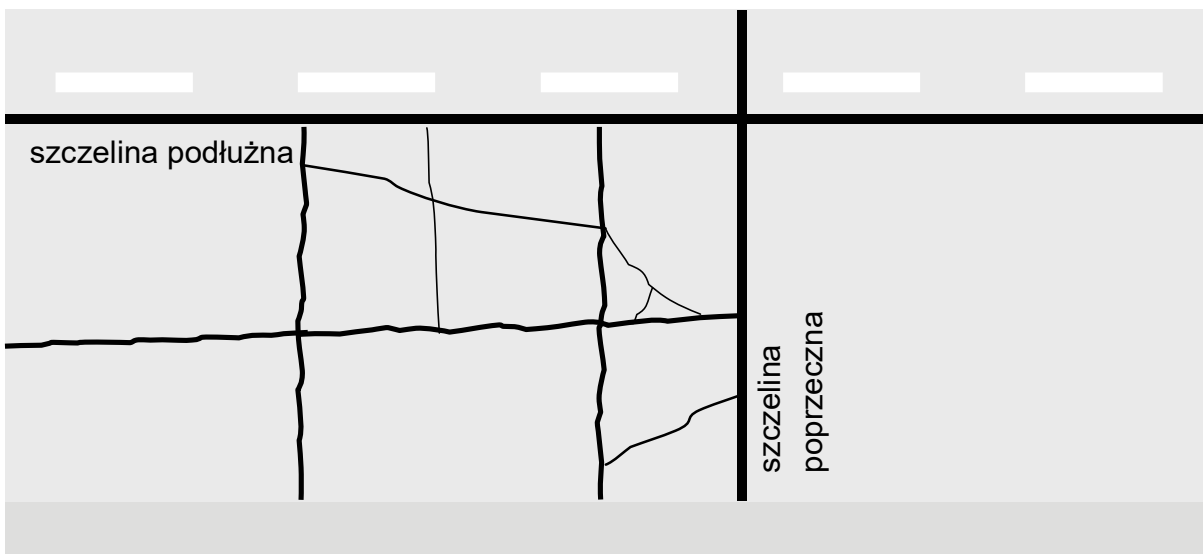
- a) niedowibrowanie mieszanki nad dyblami,
- b) niewłaściwa geometria płyt
- c) niska nośność podłoża/podbudowy lub korpusu budowli ziemnej,
- ↔ niska wytrzymałość płyty na rozciąganie.



Rys. 6.2.2.10. Widok pęknięć blokowych



Rys. 6.2.2.1. Widok pęknięć blokowych w obszarze naroża



Rys. 6.2.2.12. Schemat pęknięć blokowych

6.2.3. Uszkodzenia powierzchni

Wypolerowanie

(1) Uszkodzenia związane z polerowaniem powierzchniowych ziaren kruszywa lub zaczynu cementowego na powierzchni płyty, powodujące niewłaściwą teksturę i cechy przeciwpoślizgowe (rys. 6.2.3.1).

(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.



Rys. 6.2.3.1. Widok wypolerowanej powierzchni płyty

Pęknięcia mrozowe

(4) Uszkodzenia powierzchniowe, mające charakter nieregularnej siatki (rys. 6.2.3.2a i 6.2.3.3) lub pęknięcia równoległe do krawędzi płyt zaokrąglające się w narożach (rys. 6.2.3.2b i 6.2.3.4).

(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.

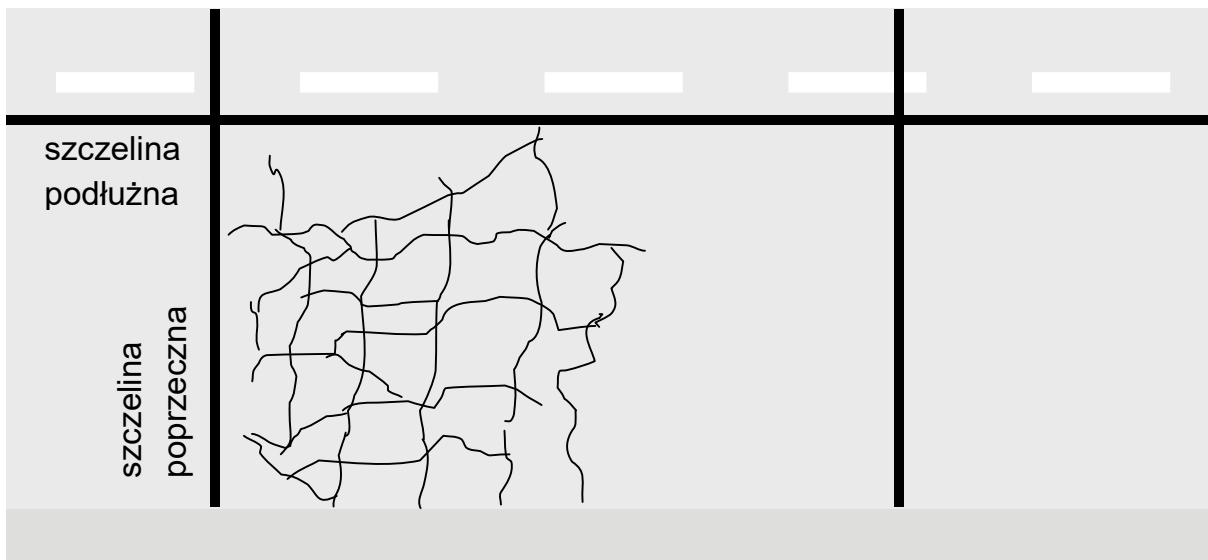
a)



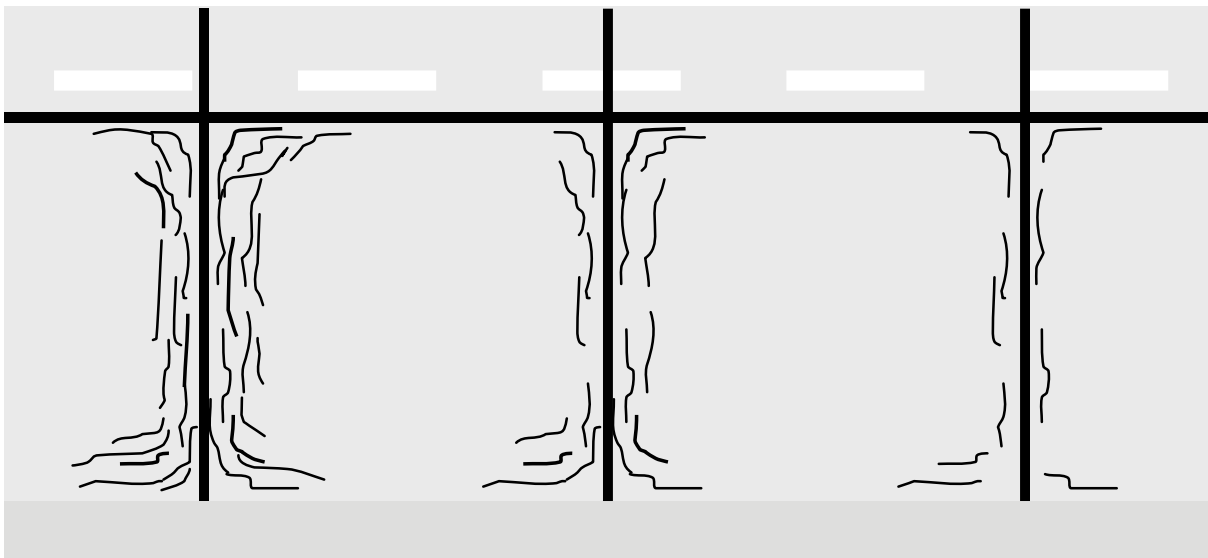
b)



Rys. 6.2.3.2. Widok pęknięć mrozowych: a) w postaci nieregularnej siatki; b) przy krawędzi płyty



Rys. 6.2.3.3. Schemat pęknięć mrozowych



Rys. 6.2.3.4. 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. 6.2.3.5 i 6.2.3.6).

(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. 6.2.3.5. Widok pęknięć alkalicznych



Rys. 6.2.3.6. 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. 6.2.3.7).

(11) Przyczyny przewidywane: brak.

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



Rys. 6.2.3.7. Widok pęknięć spowodowane niewłaściwą pielęgnacją

Wyboje

(13) Uszkodzenia powstające miejscowo (rys. 6.2.3.8) 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. 6.2.3.8. 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. 6.2.3.9 i 6.2.3.10). 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/zanieczyszczone kruszywo,
- b) kruszywa pochodzenia węglanowego,
- c) opiłki aluminium.



Rys. 6.2.3.9. Widok ubytków ziaren/lejków



Rys. 6.2.3.10. 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. 6.2.3.11).

(20) Przyczyny przewidywane: brak.

(21) Przyczyny nieplanowane:

- a) niewłaściwy skład betonu,
- b) błędy technologiczne (np. nadmierne polewanie wodą),
- c) sedimentacja i rozwarstwienie mieszanki betonowej po ułożeniu.



Rys. 6.2.3.11. Widok złuszczeń

6.2.4. 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. 6.2.4.1, 6.2.4.2 i 6.2.4.3).

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

(3) Przyczyny nieplanowane:

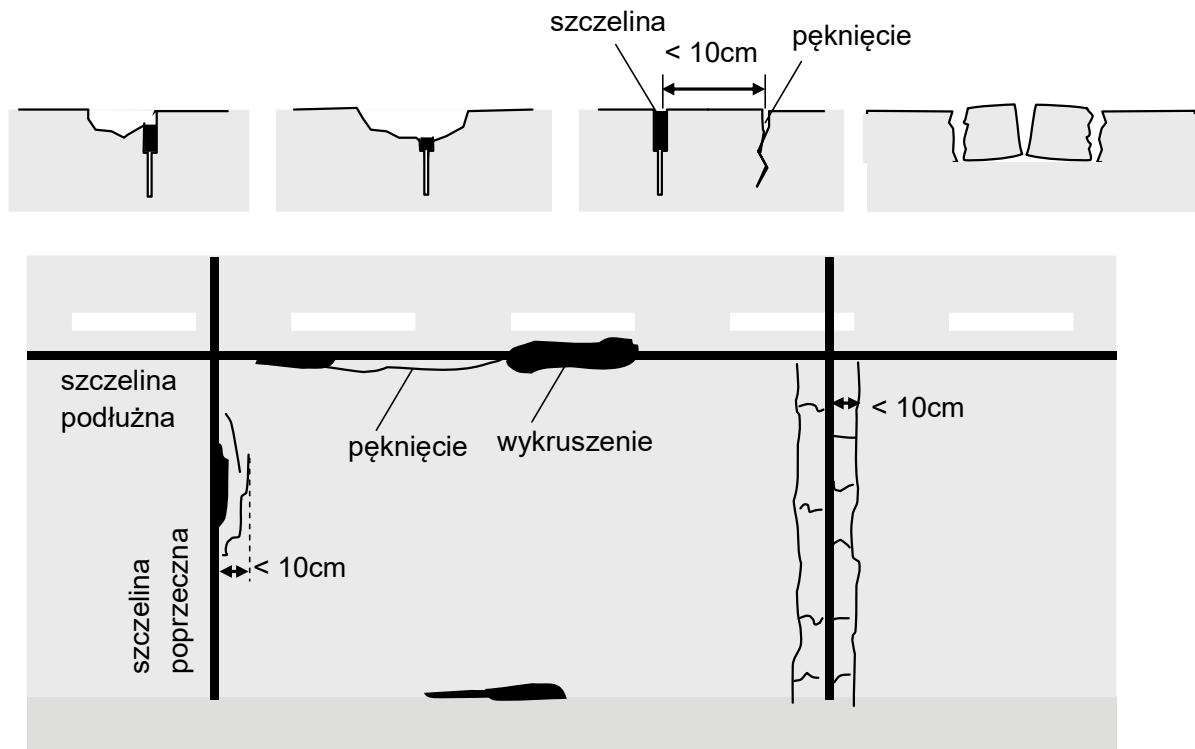
- a) błędnie wykonane/wykończone szczeliny,
- b) niewłaściwy dobór opóźniaczy wiązania lub środków do pielęgnacji,
- c) zanieczyszczenia powierzchni, wolne kruszywo,
- d) źle dobrany skład mieszanki betonowej (kruszywo, cement),
- e) błędy w wykonaniu nawierzchni: niedogęszczenie, zła pielęgnacja, niezachowany reżim technologiczny na etapie dojrzewania,
- f) błędy w ułożeniu dybli,
- g) wysoka temperatura, przekraczająca założenia projektowe,
- h) erozja podbudowy.



Rys. 6.2.4.1. Widok uszkodzenia szczeliny płyty



Rys. 6.2.4.2. Widok uszkodzenia szczeliny płyty



Rys. 6.2.4.3. Schemat uszkodzeń przy szczelinach

Uszkodzenia wypełnień szczelin (masy zalewowej, wkładek, profili)

(4) Wyływy, wykruszenia, nieszczelności wypełnień stosowanych w szczelinach dylatacyjnych i skurczowych (rys. 6.2.4.4 i 6.2.4.5).

(5) Przyczyny przewidywane: warunki klimatyczne (wielokrotne cykle zamarzania i odwilży oraz znaczne wahania dobowe temperatury, powodujące nadmierne rozszerzanie i kurczenie się szczelin).

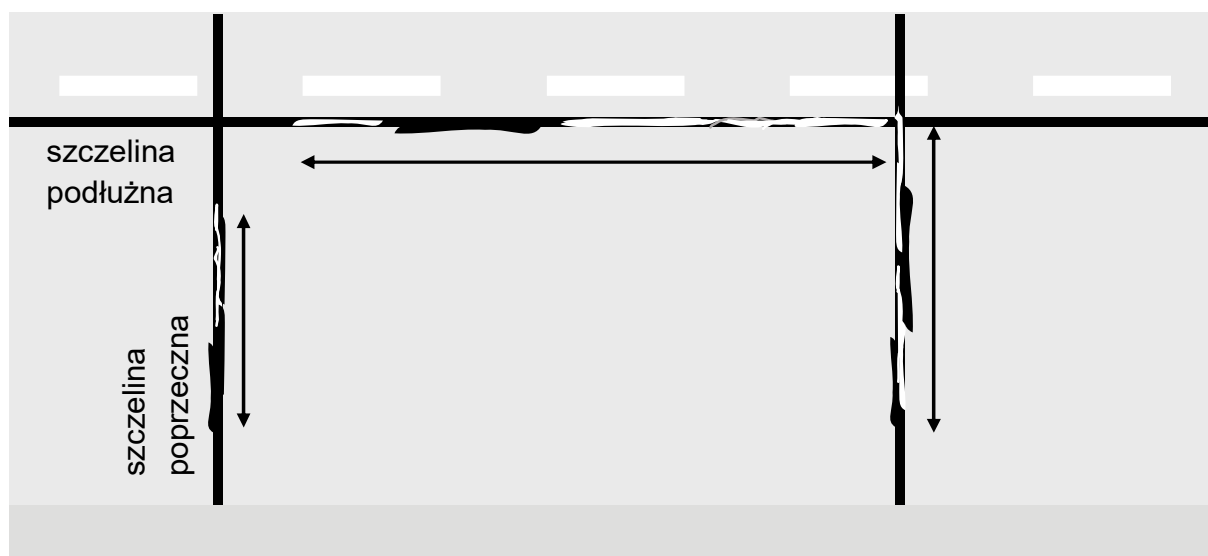
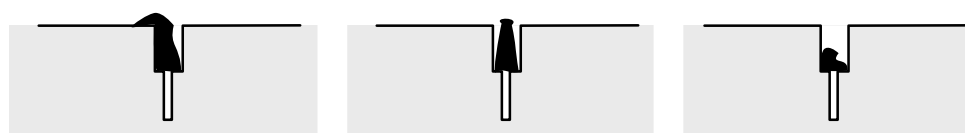
(6) Przyczyny nieplanowane:

- a) błędy wykonawstwa wypełnienia/uszczelnienia szczelin, błędnie wykonane/wypełnione szczeliny,

- b) niewłaściwie dobrany rodzaj materiału wypełniającego – starzenie, twardnienie, zmiana cech sprężystych, uplastycznienie, niska przyczepność,
- c) błędnie zaprojektowane/wykonane/wykończone szczeliny,
- d) niewłaściwie utrzymana nawierzchnia – zanieczyszczenia powierzchni, wolne kruszywo,
- e) błędny dobór wypełnień szczelin, niedostosowany do warunków eksploatacyjnych.



Rys. 6.2.4.4. Widok uszkodzenia wypełnień w szczelinie



Rys. 6.2.4.5. Schemat uszkodzenia wypełnień w szczelinach

6.2.5. 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. 6.2.5.1, 6.2.5.2 i 6.2.5.3).

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

(3) Przyczyny nieplanowane:

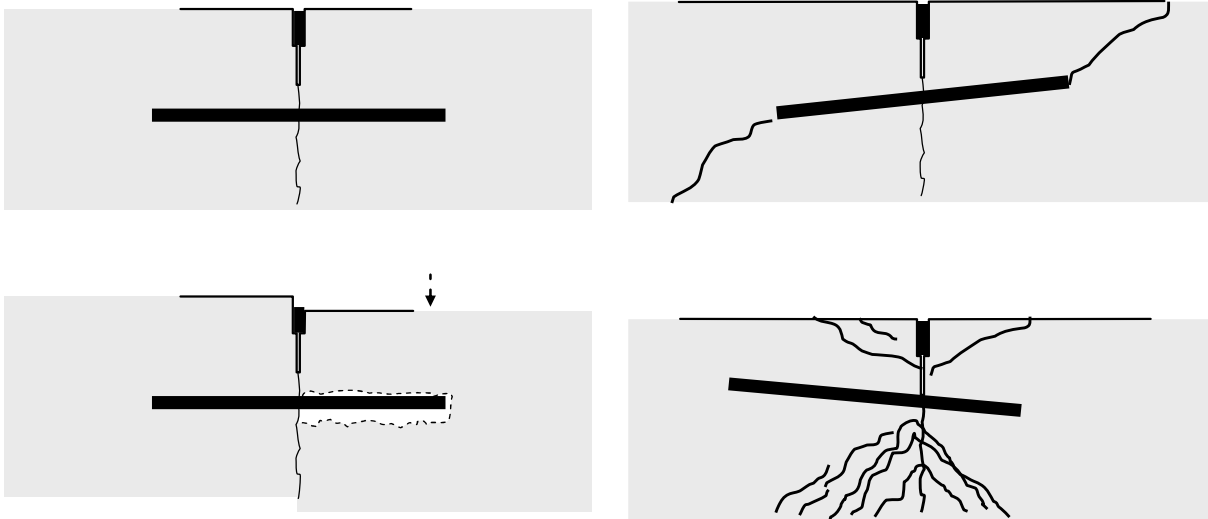
- a) niewłaściwe ułożenie i zaprojektowanie dybli/kotew,
- b) zły rodzaj materiału, uszkodzona powłoka dybli,
- c) niewłaściwe utrzymanie wypełnienia szczelin dylatacyjnych,
- d) wadliwie ułożone dyble/kotwy, brak właściwej otuliny,
- e) erozja podbudowy w miejscach połączeń płyt.



Rys. 6.2.5.1. Widok uszkodzeń z powodu nieprawidłowej pracy dybli



Rys. 6.2.5.2. Widok uszkodzeń z powodu nieprawidłowej pracy i korozji dybli



Rys. 6.2.5.3. Schemat uszkodzeń z powodu nieprawidłowej pracy i ułożenia dybli

6.3. Części poboczy o nawierzchni twardej

(1) Klasyfikacji uszkodzeń części poboczy o nawierzchni twardej (opasek zewnętrznych lub pasów awaryjnych)

- a) asfaltowych – dokonuje się według zasad określonych dla asfaltowych nawierzchni jezdni, zgodnie z podrozdziałem 6.1,
- b) betonowych – dokonuje się według zasad określonych dla betonowych nawierzchni jezdni, zgodnie z podrozdziałem 6.2.

(2) Zasadę określoną w akapicie (1) stosuje się również do dokonywania klasyfikacji uszkodzeń opasek wewnętrznych.

6.4. Pobocza lub części poboczy o nawierzchni gruntowej

(1) Wyróżnia się cztery podstawowe rodzaje uszkodzeń poboczy lub części poboczy o nawierzchni gruntowej (rys. 6.4.1):

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

(2) Przyczyny przewidywane:

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

(3) Przyczyny nieplanowane:

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

a) „skoleinowane” pierwszego rodzaju (zaniżone/zawyżone), powstałe wskutek ruchu pojazdów



b) „skoleinowane” drugiego rodzaju (zaniżone/zawyżone), powstałe w wyniku działania sił natury



c) zaniżone, powstałe w wyniku błędów wykonawczych



d) zawyżone, powstałe wskutek zjawiska tzw. „rośnięcia pobocza”



Rys. 6.4.1. Podstawowe rodzaje uszkodzeń poboczy lub części poboczny o nawierzchni gruntowej