

Warszawa, 12.09.2022 r.

Sz. P. Dyrektor
Jarosław Waszkiewicz
Dyrektor Departamentu Dróg Publicznych
Ministerstwo Infrastruktury

Szanowny Panie Dyrektorze,

Komitet Techniczny Drogownictwa opiniuje pozytywnie i rekomenduje wprowadzenie Wzorców i Standardów w postaci Wytycznych **WR-D-83 „Wytyczne utrzymania dróg samorządowych. Część 1: Wymagania podstawowe, Część 2: Diagnostyka i Część 3: Katalog typowych rozwiązań materiałowo – technologicznych stosowanych przy remontach”** po zmianach w porozumieniu i przy akceptacji Autorów.

W załączeniu przekazujemy wersję ostateczną dokumentu.

mgr inż. Zbigniew Tabor
Przewodniczący Komitetu Technicznego Drogownictwa

dr hab. inż. Janusz Wł. Bohatkiewicz, prof. PK
Przewodniczący Komitetów Technicznych ds. WiS



Wytyczne utrzymania dróg samorządowych

Część 1: Wymagania podstawowe

01-2022.04.25

Wzorce i standardy rekomendowane
przez
Ministra właściwego ds. transportu

WR-D-83-1

Wersja: **01(uwzględnione częściowo uwagi GR dot części asfaltowej, w części betonowej brak odniesienia Autorów do uwag GR – analiza oparta tylko na uwagach z konsultacji społecznych)**

Obowiązuje od: **2022.04.25 (2022,08,25)**

Rekomendował: **Minister Infrastruktury w dniu 00 lipca 2022 r. (DDP-4.0600.4.2022)**

Zaopiniował: **Komitet Techniczny Drogownictwa ds. WiS w dniu 00 czerwca 2022 r.**

Wzorce i standardy rekomendowane przez Ministra właściwego ds. transportu:

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

Opracował Zespół w składzie:

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

Jednostka odpowiedzialna:

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

© Skarb Państwa – Minister Infrastruktury

Zdjęcie na okładce © Michał Sarnowski

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



Fundusze Europejskie
Pomoc Techniczna



**Rzeczpospolita
Polska**

Unia Europejska
Fundusz Spójności



Spis treści

1. Przedmiot i zakres stosowania
2. Wykaz opracowań powołanych
3. Definicje i objaśnienia skrótów
 - 3.1. Definicje
 - 3.2. Skróty
 - 3.3. Symbole
4. Zasady utrzymania dróg samorządowych
 - 4.1. Zasady ogólne
 - 4.2. Nawierzchnie
 - 4.3. Pobocza i odwodnienie
 - 4.4. Zakres czynności utrzymaniowych
5. Zasady oceny stanu nawierzchni
 - 5.1. Zasady ogólne
 - 5.2. Poziom oceny diagnostycznej I oraz II
 - 5.3. Poziom oceny diagnostycznej III
6. Zasady oceny stanu poboczy i odwodnienia
 - 6.1. Zasady oceny stanu poboczy
 - 6.2. Zasady oceny stanu odwodnienia
7. Technologie zabiegów remontowych
 - 7.1. Zabiegi remontowe na nawierzchniach podatnych i półsztywnych
 - 7.2. Zabiegi remontowe na nawierzchniach sztywnych

1. Przedmiot i zakres stosowania

(1) Przedmiotem wytycznych są zasady utrzymania dróg samorządowych w celu zaplanowania działań utrzymaniowych, w tym remontów, pozwalające osiągnąć i utrzymać odpowiedni stan techniczny drogi, a w konsekwencji jej funkcjonalność, odpowiedni poziom bezpieczeństwa ruchu oraz zgodność z przepisami prawa, według założonej strategii w cyklu życia drogi, przy jak najmniejszym koszcie całkowitym i przy akceptowalnym poziomie ryzyka. Dokument nie obejmuje dróg o nawierzchni gruntowej.

(1) W wytycznych określono zasady:

- oceny stanu technicznego dróg samorządowych, służącego do uzyskania danych do celów sporządzania planów remontów,
- planów inwestycyjnych budowy lub przebudowy dróg samorządowych,
- uzyskania danych do wstępnego oszacowania środków finansowych w zakresie potrzeb inwestycyjnych, remontowych i utrzymania bieżącego.

(2) Wytyczne WR-D-83-1 przewidziane są do stosowania wraz z WR-D-83-2 oraz WR-D-83-3, określającymi odpowiednio sposoby oceny stanu nawierzchni drogowych, poboczy oraz odwodnienia dróg samorządowych. Wytyczne zawierają zestawy typowych rozwiązań materiałowo-technologicznych do przeprowadzenia zabiegów utrzymaniowych w tym remontów lub remontów częściowych nawierzchni z określeniem kryteriów doboru do konkretnych warunków uszkodzeń, oraz typowe rozwiązania technologiczne przy utrzymaniu poboczy, urządzeń do odwodnienia

(3) Części drogi podlegają różnym uszkodzeniom pod wpływem rozmaitych czynników oddziaływujących w sposób złożony. Na postęp degradacji nawierzchni w istotny sposób wpływają zarówno obciążenie ruchem ciężkim, jak również warunki klimatyczne. Zły stan poboczy oraz odwodnienia korpusu drogi również istotnie wpływają na przyspieszenie i pogłębienie procesu degradacji nawierzchni. Zachowanie przez nawierzchnię drogową odpowiedniego poziomu parametrów eksploatacyjnych w projektowanym okresie użytkowania wymaga prawidłowego i systematycznego przeprowadzania oceny stanu oraz wykonywania odpowiednich zabiegów utrzymaniowych. Zaniechanie, opóźnienie lub nieprawidłowe wykonywanie zabiegów utrzymaniowych na wczesnym etapie powstawania uszkodzeń może prowadzić do przedwczesnej całkowitej utraty nośności nawierzchni drogowej. Ocena stanu oraz systematyczne zbieranie danych o stanie poszczególnych części drogi pozwala na wskazanie lokalizacji odcinków dróg, na których należy wykonać zabiegi remontowe. Zgromadzone dane mogą być zastosowane również w dalszej przyszłości do proaktywnego zarządzania w całym cyklu życia i w związku z tym do optymalnego podziału środków przez samorządy na utrzymanie dróg.

(4) Zakres wytycznych obejmuje przedstawienie podstawowych wymagań wobec utrzymania nawierzchni dróg samorządowych, poboczy i odwodnienia oraz wyposażenia dróg

(5) Niniejsze wytyczne nie obejmują swym zakresem zimowego utrzymania dróg (odśnieżania i zwalczania śliskości zimowej) , utrzymania drogowych obiektów inżynierskich oraz urządzeń bezpieczeństwa ruchu drogowego.

(6)

(7) Niniejsze wytyczne nie obejmują przebudów, tj. wymagających projektowania indywidualnego robót, w wyniku których następuje podwyższenie parametrów technicznych i eksploatacyjnych istniejącej drogi.

(8) Określone w dokumencie zasady utrzymania dróg samorządowych odpowiadają koncepcji tzw. utrzymania reaktywnego. Nie uwzględniono tu utrzymania proaktywnego, które dotyczy cyklu życia nawierzchni jezdni i podejmowania decyzji odnośnie trwałości oraz zabiegów związanych ze wzmacnianiem tych nawierzchni (dotyczy to również pozostałych części przekroju poprzecznego drogi, tj. poboczy i odwodnienia) jak i optymalizacją kosztów.

2. Wykaz opracowań powołanych

- [1] Ustawa z dnia 21 marca 1985 r. o drogach publicznych (Dz. U. z 2021 r. poz. 1376, z późn. zm.).
- [2] Ustawa Prawo ~~B~~udowlane” (Dz.U z 2022 r poz. 414)
- [3] WR-D-63 Katalog typowych konstrukcji nawierzchni jezdni przeznaczonych do ruchu bardzo lekkiego i innych części dróg
- [4] WR-D-64 Wytyczne określania cech powierzchniowych nawierzchni jezdni i innych części dróg
- [5] DSN Diagnostyka Stanu Nawierzchni i Wybranych Elementów Korpusu Drogi GDDKiA, maj 2019)
- [6] WDSN Wytyczne diagnostyki stanu technicznego nawierzchni dla dróg wojewódzkich. Zarządy Dróg Wojewódzkich 2018
- [7]

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. Określane wg **Błąd! Nie można odnaleźć źródła odwołania..**

Cykl życia drogi - kolejne fazy istnienia drogi, w szczególności projektowanie, wykonywanie robót budowlanych, użytkowanie, wyłączenie z użytkowania i rozbiórkę wraz z zagospodarowaniem materiałów z rozbiórki.

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

Droga samorządowa – wszystkie drogi publiczne z wyjątkiem zarządzanych przez GDDKiA oraz Koncesjonariuszy.

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

Inspekcja podstawowa/przegląd podstawowy - raz w roku, polegający na dokonaniu co najmniej wizualnego przeglądu stanu technicznego drogi.

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.

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

Konstrukcja nawierzchni lub **nawierzchnia** – zespół odpowiednio dobranych warstw, którego celem jest bezpieczne rozłożenie obciążeń od kół pojazdów na podłoże gruntowe oraz zapewnienie bezpieczeństwa i komfortu ruchu pojazdów. Określenia „konstrukcja nawierzchni” i „nawierzchnia” są równoznaczne i mogą być stosowane wymiennie.

Miarodajny współczynnik tarcia – statystyczna miara oceny właściwości przeciwpoślizgowych nawierzchni równa różnicy wartości średniej wyników pomiarów współczynnika tarcia i odchylenia standardowego dla zbioru pomiarów.

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

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

Nawierzchnia twarda – nawierzchnia niebędącą nawierzchnią gruntową;

Ocena stanu nawierzchni – proces wyznaczania parametrów stanu na podstawie wyników identyfikacji, w tym określenia wielkości stanu i/lub jego wartości. Ocena stanu w ścisłym tego słowa znaczeniu ogranicza się do przypisywania parametrom ich wartości lub określenia klasy stanu.

Ochrona drogi – działania mające na celu niedopuszczenie do przedwczesnego zniszczenia drogi, obniżenia klasy drogi, ograniczenia jej funkcji, niewłaściwego jej użytkowania oraz pogorszenia warunków bezpieczeństwa ruchu.

Odcinek pomiarowy – odcinek drogi, dla którego wyznaczana jest ocena stanu nawierzchni poszczególnych parametrów techniczno-eksploatacyjnych

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

Odcinek miarodajny – (ten termin pojawia się w Wytycznych w p.5.1 i powinien być zdefiniowany).

Parametr prosty – opisuje jedną cechę nawierzchni. Każdy parametr prosty posiada wielkość i może posiadać wartość.

Parametr stanu – sformalizowany opis cech nawierzchni, uwzględniający konkretne zastosowania. Jedna cecha nawierzchni może być opisywana przez jeden lub wiele parametrów stanu. Parametr stanu pozwala na opis cechy stanu w postaci liczb, wyrażających wielkość względnie wartość stanu.

Parametr zespolony – synteza dwóch lub więcej parametrów nawierzchni (prostych lub zespolonych).

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

Proaktywna strategia w procesie użytkowania drogi – działania, które w świadomy i kontrolowany sposób pozwolą na zaplanowanie odpowiednich zabiegów utrzymaniowych, w celu przeciwdziałania wcześniejszemu zniszczeniu/uszkodzeniu drogi, zanim one wystąpią.

Reaktywna strategia w procesie użytkowania drogi - działania naprawcze, które są podejmowane po wystąpieniu uszkodzeń.

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.

Remont cząstkowy nawierzchni – obejmuje zespół zabiegów technicznych wykonywanych na bieżąco, związanych z usuwaniem uszkodzeń nawierzchni zagrażających bezpieczeństwu ruchu, jak również zabiegi obejmujące małe powierzchnie, hamujące proces powiększania się powstałych uszkodzeń

Remont nawierzchni – wykonywanie robót przywracających pierwotny stan (cechy eksploatacyjne) drogi (odcinka drogi), także przy użyciu wyrobów budowlanych innych niż użyte w stanie pierwotnym

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.

System zarządzania utrzymaniem – zaplanowanie działań utrzymaniowych, w tym remontów, pozwalających osiągnąć i utrzymać odpowiedni stan techniczny drogi.

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

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

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

Zieleń przydrożna – roślinność usytuowana w pasie drogowym

3.2. Skróty

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

FWD (Falling Weight Deflectometer) – ugięciomierz dynamiczny.

KR – kategoria ruchu.

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

MMA – mieszanka mineralno-asfaltowa. **R** – remont.

RC – remont cząstkowy.

3.3. Symbole

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

Tab. 3.3.1. Wykaz zastosowanych symboli

Symbol	Jednostka	Opis
W_p	-	progowa wielkość stanu – wartość pożądana
W_{ost}	-	progowa wielkość stanu – wartość ostrzegawcza
W_{kryt}	-	progowa wielkość stanu – wartość krytyczna
WS_U	-	wskaźnik stanu użytkowego
WS_{RP}	-	wartość stanu równości podłużnej
WS_{GK}	-	wartość stanu głębokości koleiny
WS_{GW}	-	wartość stanu głębokości wody w koleinie
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
WS_{USK}	-	wartość stanu uskoku płyt
WS_P	-	wskaźnik stanu powierzchni
WOG	-	wskaźnik oceny ogólnej
IRI	[m/km]	międzynarodowy wskaźnik równości – parametr równości podłużnej
ORP	[mm]	odchylenie równości podłużnej
GK	[mm]	głębokość koleiny – parametr równości poprzecznej
WT	-	współczynnik tarcia – parametr właściwości przeciwpoślizgowych
SNS	[%]	spękania i nieszczelne spoiny technologiczne
LIW	[%]	łaty i wyboje
D_0	[μ m]	ugięcie maksymalne – parametr nośności
SCI	[μ m]	wskaźnik krzywizny ugięcia – parametr nośności
USK	[mm]	uskok płyt betonowych
LTE	[%]	współczynnik przenoszenia obciążeń (współpracy płyt betonowych)

4. Zasady utrzymania dróg samorządowych

4.1. Zasady ogólne

(1) W ramach użytkowania drogi zarządca realizuje procesy całorocznego utrzymania bieżącego oraz utrzymania długoterminowego.

(1)

(2) Do zadań zarządcy drogi w ramach bieżącego utrzymania należy w szczególności utrzymanie:

- a) nawierzchni drogowych, w tym m. in. jezdni, dróg dla pieszych, dróg dla rowerów oraz dróg dla pieszych i rowerów,
- b) poboczy,
- c) drogowych obiektów inżynierskich,
- d) drogowego oznakowania pionowego i poziomego, sygnalizatorów drogowych oraz urządzeń bezpieczeństwa ruchu drogowego,
- e) urządzeń do odwodnienia drogi,
- f) urządzeń ochrony środowiska
- g) zieleni przydrożnej.

(3) W procesie utrzymania długoterminowego zarządca drogi uwzględnia co najmniej następujące etapy:

- a) planuje działania na podstawie przyjętej strategii i analiz techniczno-ekonomicznych,
- b) pozyskuje informacje o bieżącym stanie technicznym,
- c) sprawdza skuteczność i efektywność podjętych działań,
- d) cyklicznie usprawnia proces i stosowane systemy zarządcze.

(4) Podstawą do podjęcia decyzji o sposobie utrzymania nawierzchni dróg samorządowych oraz poboczy i odwodnienia jest ocena stanu. Celem rozpoznania stanu drogi jest uzyskanie podstawowych informacji o stanie nawierzchni w zakresie nośności, równości, właściwości przeciwpółślizgowych, spękań i uskoków oraz o stanie poboczy i odwodnienia. Zakres oceny stanu powinien uwzględniać klasę drogi i kategorię ruchu. Zakres prac związanych z oceną należy ograniczyć do niezbędnego minimum, z uwzględnieniem jednak wszystkich potencjalnych rodzajów uszkodzeń.

(5) Decyzja o konieczności wykonania prac utrzymaniowych powinna być podejmowana przez zarządcę drogi na podstawie:

- a) wniosków z prowadzonej inspekcji podstawowej wykonywanej co najmniej jeden raz w roku
- b) wniosków z prowadzonej okresowej oceny stanu budowli drogowej oraz obiektów i urządzeń jej towarzyszących,
- c) zgłoszeń służb podległych zarządcy drogi lub osób odpowiedzialnych za bieżący monitoring stanu budowli drogowej oraz pasa drogowego w okresie między planowymi przeglądami,
- d) zgłoszeń użytkowników drogi zweryfikowanych przez odpowiednie służby podległe lub działające na zlecenie zarządcy drogi w przypadku zdarzeń nagłych,
- e) planów robót utrzymaniowych ustalonych przez zarządcę drogi uwzględniających specyfikę eksploatacji drogi i jej części w okresie całego roku,
- f) dokumentów przekazanych przez wykonawcę w zakresie utrzymania drogi w okresie gwarancyjnym.

4.2. Nawierzchnie

(1) Ocenę stanu nawierzchni drogowej realizuje się na jednym z trzech poziomów zróżnicowanych pod względem zakresu i stosowanych metod oceny cech eksploatacyjnych nawierzchni (tab. 4.2.1).

Tab. 4.2.1. Ocena stanu nawierzchni jezdni – poziomy oceny

Poziom oceny	Nośność ⁽¹⁾⁽²⁾	Równość	Właściwości przeciwpoślizgowe	Uszkodzenia powierzchniowe	Wariant oceny stanu (zgodnie z WR-D-83-2 p. 4.6.)
I	Badanie co 5 lat	Badanie co 5 lat	Badanie co 5 lat	Przegląd wizualny co rok	optymalny + właściwości przeciwpoślizgowe lub optymalny lub zalecany
				Rejestracja wideo: analiza półautomatyczna/ automatyczna co 5 lat	
II	Badanie w razie potrzeb na odcinkach remontowanych	Badanie co 5 lat	Badanie w razie potrzeb ³⁾ na odcinkach remontowanych	Przegląd wizualny co rok	podstawowy
III	Badanie w razie potrzeb na odcinkach remontowanych	-	-	Przegląd wizualny co rok	minimalny

¹⁾ w przypadku nawierzchni betonowych dodatkowo badanie współpracy płyt – współczynnik LTE,
²⁾ rozszerzenie badań wynikające z oceny wizualnej.
³⁾ wynikające z oceny uszkodzeń powierzchniowych dla dróg klasy G i powyżej oraz przy prędkości dopuszczalnej >60 km/h

(2) Decyzję o wyborze poziomu oceny podejmuje zarządca drogi.

(3) W ustaleniu zakresu oceny stanu nawierzchni należy uwzględnić klasę drogi .

4.3. Pobocza i odwodnienie

- (1) Ocena stanu poboczy i odwodnienia powinna być prowadzona corocznie.
- (2) W przypadku wystąpienia ponadnormatywnych opadów deszczu konieczne jest wykonanie dodatkowych przeglądów wizualnych poboczy o nawierzchni gruntowej oraz odwodnienia.

4.4. Zakres czynności utrzymaniowych

(1) Szczegółowy zakres czynności utrzymaniowych dla poszczególnych części drogi określono w tab. 4.4.1.

Tab. 4.4.1. Zakres czynności utrzymaniowych dla poszczególnych części drogi

Części drogi	Czynności utrzymaniowe	Termin realizacji
Nawierzchnie jezdni, drogi dla pieszych, drogi dla rowerów, drogi dla pieszych i rowerów, zatok przystankowych, stanowisk postojowych	Roboty utrzymaniowe powinny być realizowane w ramach określonych przedmiarem zakresów i rodzajów robót ustalonych w planach remontowych na podstawie okresowej oceny stanu	Zgodnie z przyjętym planem remontów
	Sprzątanie pozimowe obejmujące wszystkie prace porządkowe po zimowym utrzymaniu dróg	Do 15 czerwca każdego roku
	Uzupełnianie ubytków, likwidacja spękań i innych uszkodzeń nawierzchni zagrażających bezpieczeństwu powinno być wykonywane w technologii dostosowanej do danego rodzaju nawierzchni, lub oznakowanych i zabezpieczonych w trybie awaryjnym	Niezwłocznie, po uzyskaniu wiedzy o wystąpieniu uszkodzenia awaryjnego
	Remonty częściowe uszkodzeń nawierzchni, wykonanych uprzednio w trybie awaryjnym lub zabezpieczonych i oznakowanych, powinny być wykonywane w technologii dostosowanej do danego rodzaju nawierzchni	Niezwłocznie, zgodnie z przyjętym planem remontów.
Pobocza	Roboty utrzymaniowe obejmujące uzupełnienie poboczy, ścinę poboczy gruntowych, umocnienie poboczy powinny być realizowane w ramach określonych przedmiarem zakresów i rodzajów robót ustalonych w planach remontowych na podstawie okresowej oceny stanu	Zgodnie z przyjętym planem remontów
	Uszkodzenia takie jak rozmycia, ślady i inne zniszczenia poboczy gruntowych	W okresie całego roku na bieżąco po stwierdzeniu uszkodzenia
	W przypadku poboczy twardych przewiduje się zakres czynności utrzymaniowych jak dla nawierzchni jezdni	Terminy realizacji dostosowane do rodzajów i zakresów czynności utrzymaniowych, jak dla nawierzchni jezdni
Zieleń przydrożna	Utrzymanie roślinności niskiej powinno obejmować skoszenie trawy oraz usunięcie jej z jezdni, poboczy, dróg dla pieszych, dróg dla rowerów oraz dróg dla pieszych i rowerów	Minimum 1 koszenie w ciągu roku w razie potrzeb, terminy koszenia określone są przez zarządcę drogi
	Utrzymanie krzewów i żywopłotów powinno obejmować ich formowanie i przycinanie w celu zapewnienia właściwej skrajni, warunków widoczności oraz estetyki otoczenia drogi	W razie potrzeb, minimum raz w roku – okres wykonania zabiegu należy uzgodnić ze specjalistą z dziedziny ogrodnictwa
	Odmładzanie i formowanie korony drzew w celu zapewnienia wymaganej skrajni drogowej (w obrębie jezdni, dróg dla pieszych, dróg dla rowerów oraz dróg dla pieszych i rowerów)	W miarę zaistnienia potrzeb w okresie od 16 października do końca lutego
	Usuwanie gałęzi i konarów stanowiących zagrożenie dla bezpieczeństwa użytkowników drogi powinny być wykonywane w trybie awaryjnym lub zabezpieczone i oznakowane	Niezwłocznie, nie później niż w terminie do 48 godzin po uzyskaniu wiedzy o zagrożeniu
	Usuwanie zieleni niepożądaną (chwasty, samosiejki)	W razie potrzeb, minimum raz w roku

Części drogi	Czynności utrzymaniowe	Termin realizacji
Urządzenia do odwodnienia	Roboty utrzymaniowe, obejmujące odmulanie i profilowanie skarp rowów, oczyszczanie przepustów i separatorów powinny być realizowane w ramach określonych przedmiarem zakresów i rodzajów robót ustalonych w planach remontowych na podstawie okresowej oceny stanu	Zgodnie z przyjętym planem remontów
	Czyszczenie przepustów, urządzeń odwadniających i zapewnienie ich drożności ze światłem minimum 90%	W miarę zaistnienia potrzeby jeśli drożność jest mniejsza od 90%
	Usuwanie uszkodzeń takich jak: osunięcia i rozmycia skarp rowów, niedrożność urządzeń do odwodnienia, uszkodzenia wpustów i pokryw studni kanalizacyjnych	Na bieżąco w miarę zaistnienia potrzeby
Oznakowanie pionowe i poziome, sygnalizatory drogowe, urządzenia bezpieczeństwa ruchu drogowego	Roboty utrzymaniowe obejmujące odnowę oznakowania poziomego, mycie barier ochronnych, balustrad, poręczy oraz malowanie balustrad i poręczy realizowane w ramach określonych przedmiarem zakresów i rodzajów robót ustalonych w planach remontowych na podstawie okresowej oceny stanu	Zgodnie z przyjętym planem remontów
	Odnowa oznakowania poziomego	Zgodnie z przyjętym planem
	Naprawa uszkodzonego oznakowania pionowego, sygnalizatorów drogowych, uzupełnianie brakujących elementów oznakowania pionowego i urządzeń bezpieczeństwa, oczyszczanie tarcz znaków pionowych oraz elementów odbłaskowych urządzeń bezpieczeństwa	Na bieżąco w miarę zaistnienia potrzeby
Inne części i urządzenia drogi, urządzenia obce	Przegląd stanu technicznego ekranów akustycznych	Zgodnie z przyjętym planem
	Likwidacja uszkodzenia awaryjnego ekranów akustycznych zagrażającego bezpieczeństwu ruchu drogowego powinna być wykonana w trybie awaryjnym lub z zabezpieczeniem i oznakowaniem	Niezwłocznie po uzyskaniu wiedzy o wystąpieniu uszkodzenia awaryjnego
	Remonty docelowe uszkodzeń wykonanych uprzednio w trybie awaryjnym lub zabezpieczonych i oznakowanych	W terminie do 30 dni od momentu stwierdzenia uszkodzenia
	Kompleksowe mycie przezroczystych ekranów akustycznych	Każdego roku zgodnie z przyjętym planem
Usuwanie skutków zdarzeń losowych	Usuwanie rozsypanych i rozlanych ładunków, porzuconych przedmiotów, itp. które mogą stanowić zagrożenie dla użytkowników drogi powinny być usuwane w sposób awaryjny z powiadomieniem odpowiednich służb	Niezwłoczne oznakowanie, zabezpieczenie i powiadomienie odpowiednich służb
	Zabezpieczenie i oznakowanie przedmiotów niemożliwych do natychmiastowego usunięcia z powiadomieniem odpowiednich służb	Natychmiast po uzyskaniu wiedzy o zagrożeniu
	Usuwanie rannych i martwych zwierząt z pasa drogowego na podstawie obowiązujących przepisów	Natychmiast po uzyskaniu wiedzy o zdarzeniu
Urządzenia obce	Zabezpieczenie uszkodzonych urządzeń znajdujących się w pasie drogowym z powiadomieniem właściciela	Niezwłocznie

5. Zasady oceny stanu nawierzchni

5.1. Zasady ogólne

(1) Parametry techniczno-eksploatacyjne są oceniane według ogólnego schematu:

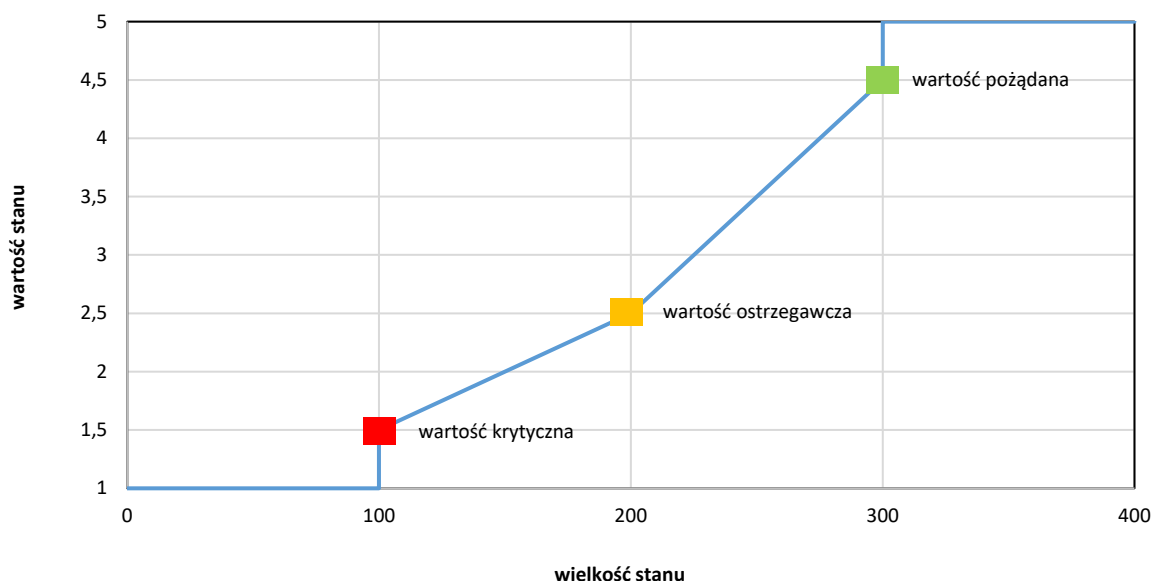
- ustalenie lokalizacji odcinków miarodajnych i wyznaczenie na nich odcinkowych ocen stanu nawierzchni,
- wykonanie zestawienia odcinkowych ocen oraz wyznaczenie średniego poziomu odcinkowych ocen,
- ustalenie dominującego parametru (parametrów) na poziomie ostrzegawczym i poziomie krytycznym,
- określenie potrzeb remontowych odcinka pomiarowego na poziomie decyzyjnym,
- określenie potrzeb remontowych pasa ruchu, jezdni, drogi, ciągu drogowego, części sieci drogowej, całej sieci drogowej,
- wyznaczenie oceny globalnej stanu nawierzchni.

(2) W związku z tym wyznaczane są wartości tzw. parametrów zespolonych, takich jak wskaźnik stanu konstrukcji, czy wskaźnik oceny ogólnej. W zależności od poziomu oceny diagnostycznej stosuje się odmienny schemat postępowania przy ocenie stanu nawierzchni.

5.2. Poziom oceny diagnostycznej I oraz II

(1) Wartość stanu wyznacza się na podstawie oceny przeprowadzanej według wielkości stanu (rys. 5.2.1).

(2) Szczegółowy sposób obliczania wskaźników stanu zawiera rozdział 4.6. w WR-D 83.2.



Rys. 5.2.1. Wartość stanu technicznego nawierzchni

(3) .

(4) 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).

(5) Wielkości stanu otrzymują wartości w zależności od wyników oceny: dla nawierzchni asfaltowych zgodnie z tab. 5.2.1, a dla nawierzchni betonowych zgodnie z tab. 5.2.2.

Tab. 5.2.1. Przypisanie wartości do wyników oceny nawierzchni asfaltowych

Klasa drogi	Wielkość stanu	Jednostka	W_p	W_{ost}	W_{kryt}
Równość podłużna					
GP	IRI_{sr}	[m/km]	2,0	5,9	7,8
GP	IRI_{max}	[m/km]	3,7	10,8	14,4
G	IRI_{sr}	[m/km]	2,6	6,3	8,2
G	IRI_{max}	[m/km]	5,2	11,8	15,4
Z	ORP	[mm]	9	27	36
L, D, place, stanowisk a postojowe	ORP	[mm]	14	30	39
Równość poprzeczna					
GP, G, Z	GK	[mm]	10	20	30
L, D, place, stanowisk a postojowe	GK	[mm]	14	28	32
Właściwości przeciwpoślizgowe					
GP, G przy prędkości 60 km/h	WT	[-]	0,36	0,32	0,28
GP, G przy prędkości 30 km/h	WT	[-]	0,44	0,40	0,36
Spękania					
	SNS	[%]	5	20	50
	LIW	[%]	5	20	50
Nośność					
	$D_0^{(1)}$ (KR0-2)	[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 przyjmować należy percentyl 85% ze zbioru wartości pomierzonych dla odcinka jednorodnego, należy przyjmować większe wartości z pomierzonych. Uwaga: Dla kategorii ruchu KR6 i KR7 wartości wielkości stanu należy określać indywidualnie, np. według DSN.					

Tab. 5.2.2. 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
GP	IRI_{max}	[m/km]	3,7	10,8	14,4
G	IRI_{sr}	[m/km]	2,6	6,3	8,2
G	IRI_{max}	[m/km]	5,2	11,8	15,4
GP, G, Z	ORP	[mm]	9	27	36
L, D, place, stanowisk a postojowe	ORP	[mm]	14	30	39
Równość poprzeczna					
GP, G, Z	GK	[mm]	10	20	30
L, D, place, stanowisk a postojowe	GK	[mm]	14	28	42
Właściwości przeciwpślizgowe					
GP, G przy prędkości 60 km/h	WT	[-]	0,36	0,32	0,28
GP, G przy prędkości 30 km/h	WT	[-]	0,44	0,40	0,36
Spękania i uskoki					
	SNS	[%]	5	20	30
	USK	[mm]	5	10	15
Nośność					
	$D_0^{1)}$ (KR0-2)	[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
	LTE	[%]	80	75	65
¹⁾ jako wartość D_0 przyjmować należy percentyl 85% ze zbioru wartości pomierzonych dla odcinka jednorodnego, należy przyjmować większe wartości z pomierzonych na środku i krawędzi płyty. Uwaga: Dla kategorii ruchu KR6 i KR7 wartości wielkości stanu należy określać indywidualnie, np. według DSN.					

(6) Projektowanie zabiegów remontowych powinno być dokonane na podstawie oceny stanu nawierzchni drogowej zgodnie z kryteriami podanymi w tab. 5.2.3. Punktacja określająca wartość stanu służy do wyznaczenia klasy technicznej stanu nawierzchni, na podstawie której to klasy podejmuje się decyzję o rodzaju i zakresie zabiegu remontowego.

Tab. 5.2.3. Klasy techniczne, wartości stanu nawierzchni i poziomy stanu

Klasa techniczna		Wartość stanu	Poziom stanu
A	stan dobry	(4,5; 5,0]	Nawierzchnie nowe lub przebudowane
B	stan zadowalający	[2,5; 4,5]	Nawierzchnie nowe, odnowione, dopuszczalne występowanie sporadycznych uszkodzeń, nawierzchnie nie wymagające zabiegów

C	stan niezadowalający (planowane wykonywanie zabiegów)	[1,5; 2,5)	Nawierzchnie z uszkodzeniami wymagające zaplanowania zabiegów remontowych
D	stan zły (natychmiastowe interwencje)	[1; 1,5)	Nawierzchnie z uszkodzeniami wymagające niezwłocznych zabiegów remontowych

(7) Kryteria oceny wyznaczają trzy decyzyjne wartości stanu nawierzchni:

- a) wartość pożądana (dobra) – nawierzchnie nowe, odnowione oraz eksploatowane, których stan techniczny nie wymaga planowania zabiegów remontowych; wartość obejmuje nawierzchnie w stanie dobrym (**klasa A**) oraz w stanie zadowalającym (**klasa B**),
- b) wartość ostrzegawcza (niezadowalająca) – nawierzchnie, dla których uzasadnione jest co najmniej wykonanie szczegółowych badań stanu technicznego, w celu wykonania zabiegu poprawiającego stan nawierzchni; wartość obejmuje nawierzchnie w stanie niezadowalającym (**klasa C**),
- c) wartość krytyczna (zła) – nawierzchnie, dla których wymagane jest natychmiastowe wykonanie szczegółowych badań technicznych, w celu wykonania zabiegu poprawiającego stan nawierzchni; wartość obejmuje nawierzchnie w stanie złym (**klasa D**).

(8) Remont konstrukcji nawierzchni należy wykonać w przypadku konieczności przywrócenia jej cech eksploatacyjnych, jeżeli nośność nawierzchni jest wystarczająca

(9) Przy wyborze technologii zabiegów utrzymaniowych nawierzchni drogowych należy uwzględnić:

- a) przydatność istniejących warstw nawierzchni do przeniesienia przewidywanego obciążenia w projektowanym czasie eksploatacji,
- b) dostępności materiałów z możliwością zastosowania materiałów miejscowych,
- c) ujednorodnienia konstrukcji nawierzchni w przekroju poprzecznym i podłużnym.

(10) W zależności od dominującego parametru wyznacza się zabieg remontowy nawierzchni asfaltowej (tab. 5.2.4) należący do jednej z trzech grup zabiegów remontowych nawierzchni, które mają następująco określony wpływ na stan nawierzchni:

- a) zabiegi powierzchniowe – grupa zabiegów polepszających stan powierzchni i właściwości przeciwpoślizgowe (remont cząstkowy, naprawa pęknięć, powierzchniowe utwardzenie, cienka warstwa na zimno, cienka warstwa na gorąco, remixing warstwy nawierzchni),
- b) zabiegi wyrównujące – grupa zabiegów poprawiających równość podłużną, likwidujących koleiny, polepszających stan powierzchni i właściwości przeciwpoślizgowe (remont cząstkowy, frezowanie nawierzchni, wymiana warstwy nawierzchni, remixing warstwy nawierzchni),

Tab. 5.2.4. Zależność pomiędzy parametrem dominującym i grupą zabiegów remontowych nawierzchni asfaltowych

Typ zabiegu remontowego	Hierarchia parametrów	
	1	2
Powierzchniowy	WT	SNS lub LIW
Wyrównujący	GK (max. Lewa lub prawa koleina)	IRI ^{*)} (max. Lewa lub prawa koleina)
Wzmocnienie	D ₀ ^{**) lub SCI}	SNS

c) *) dotyczy również parametrów określonych metodą łaty i klina

d) **) dotyczy również parametrów określonych metodą belki Benkelmanna

(11) W zależności od dominującego parametru wstępnie wyznacza się zabieg remontowy nawierzchni betonowej (tab. 5.2.5) należący do jednej z trzech grup zabiegów remontowych nawierzchni, które mają następująco określony wpływ na stan nawierzchni:

- a) zabiegi powierzchniowe – grupa zabiegów polepszających stan powierzchni i właściwości przeciwpoślizgowe (śrutowanie nawierzchni, rowkowanie, nacinanie („Diamond Grinding”), uszczelnienie pęknięć, wymiana uszczelnienia dylatacji, uzupełnienie złuszczeń i ubytków, frezowanie głębokie lub wymiana płyt lub inne),
- b) zabiegi wyrównujące – grupa zabiegów poprawiających równość podłużną, likwidujących nierówności poprzeczne, polepszających stan powierzchni i właściwości przeciwpoślizgowe (nacinanie („Diamond Grinding”), stabilizacja płyt łącznie z dyblowaniem wtórnym),
- c) zabiegi wzmacniające – grupa zabiegów poprawiających nośność nawierzchni oraz pozostałe oceniane parametry techniczno-eksploatacyjne nawierzchni; jeżeli na danym odcinku stan spękań lub ugięcia nawierzchni znajdują się w klasie D, to niezależnie od klas innych parametrów jako właściwy wskazywany jest zawsze zabieg wzmacniający nawierzchnię (kotwienie, frezowanie głębokie, wymiana fragmentu płyty, wymiana płyt, dyblowanie i kotwienie wtórne).

Tab. 5.2.5. Zależność pomiędzy parametrem dominującym i grupą zabiegów remontowych nawierzchni betonowych

Typ zabiegu remontowego	Hierarchia parametrów	
	1	2
Powierzchniowy	WT	SNS
Wyrównujący	GK	IRI ^{*)} , USK
Wzmocnienie	D ₀ , LTE	SNS

*) dotyczy również parametrów określonych metodą łaty i klina

(12) Jeżeli dominujący parametr jest w poziomie krytycznym, to oceniany odcinek wymaga niezwłocznych zabiegów remontowych. Jeżeli dominujący parametr jest w poziomie ostrzegawczym, to należy zaplanować wykonanie zabiegu w ciągu kilku najbliższych lat

5.3. Poziom oceny diagnostycznej III

(1) Poziom oceny stanu drogi na poziomie III polega na corocznej ocenie wizualnej. W trakcie dokonywania oceny należy podzielić inwentaryzowane odcinki biorąc pod uwagę intensywność występowania uszkodzeń.

(2) Stan nawierzchni asfaltowych należy ocenić wizualnie na podstawie trzech podstawowych uszkodzeń, które przedstawiono w WR-D-83-2 w podrozdziale 5.1.

(3) Stan nawierzchni z płyt betonowych należy ocenić wizualnie na podstawie podstawowych uszkodzeń, które przedstawiono w WR-D-83-2 w podrozdziale 5.2.

(4) 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.

(5) W zależności od intensywności występowania łącznych uszkodzeń ocenianych dla nawierzchni jezdni, oceniany odcinek należy zakwalifikować do jednego z poniższych stanów związanych z klasami stanu dróg (A, B, C lub D) na podstawie wskaźnika uszkodzeń wyrażonego w %:

- wartość pożądana – stan dobry (**klasa A**): do 5% powierzchni odcinka,
- wartość pożądana – stan zadowalający (**klasa B**): powyżej 5% do 20% powierzchni odcinka,
- wartość ostrzegawcza – stan niezadowalający (**klasa C**): powyżej 20% do 50% powierzchni odcinka,
- wartość krytyczna – stan zły (**klasa D**): powyżej 50% powierzchni odcinka.

(6) Na podstawie oceny stanu należy sporządzić coroczny protokół kontroli stanu technicznego nawierzchni.

(7) Stan nawierzchni dróg dla pieszych, dróg dla rowerów lub dróg dla pieszych i rowerów należy ocenić wizualnie na podstawie podstawowych uszkodzeń, które przedstawiono w WR-D-83-2 w rozdziale 6. Ocenę należy przeprowadzić zgodnie z zasadami podanymi dla oceny nawierzchni jezdni.

(8) Odcinki nawierzchni zakwalifikowane do stanu złego (klasy D) wymagają niezwłocznych zabiegów remontowych, a typ zabiegu powinien zależeć od dominującego parametru (tab. 5.3.1).

Tab. 5.3.1. Zależność pomiędzy parametrem dominującym i grupą zabiegów remontowych nawierzchni asfaltowych

Typ zabiegu remontowego	Parametr dominujący
Powierzchniowy	Procent powierzchni odcinka objęty uszkodzeniami w postaci ubytków ziaren lub lepiszcza, wybojów i łat lub spękań pojedynczych
Wyrównujący	Procent powierzchni odcinka objęty uszkodzeniami w postaci kolein i innych deformacji trwałych
Wzmocnienie	Procent powierzchni odcinka objęty uszkodzeniami w postaci spękań siatkowych

(9) Jeżeli na danym odcinku stan spękań siatkowych nawierzchni znajduje się w klasie D, to niezależnie od klas innych parametrów jako właściwy wskazywany jest zawsze zabieg wzmacniający nawierzchnię.

(10) Nawierzchnia znajdująca się w stanie niezadawalającym (w klasie C) powinna być poddana zabiegom remontowym zgodnie z przyjętym planem remontów.

(11) Typ zabiegu powinien zależeć od dominującego parametru w klasie C.

(12) W zależności od dominującego parametru wyznacza się zabieg remontowy nawierzchni asfaltowej lub betonowej należący do jednej z trzech grup zabiegów remontowych, które określono w podrozdziale 5.2 akapity (19) i (20).

6. Zasady oceny stanu poboczy i odwodnienia

6.1. Zasady oceny stanu poboczy

(1) Ocenę stanu poboczy o nawierzchni twardej przeprowadza się według zasad określonych dla odpowiedniego rodzaju nawierzchni jezdni dla III poziomu oceny diagnostycznej.

(2) Ocena stanu poboczy o nawierzchni gruntowej polega na wskazaniu lokalizacji odcinków drogi z różnicą uskołu pomiędzy powierzchnią jezdni a poboczem. W trakcie przeprowadzania inwentaryzacji odcinki dróg należy kwalifikować zgodnie z zasadami opisanymi w tab. 6.1.1.

Tab. 6.1.1. Klasyfikacja stanu poboczy nieutwardzonych

Klasa techniczna stanu		Kryterium oceny stanu pobocza*
A	stan dobry	Pobocze w poziomie jezdni lub zaniżone do 5 cm
B	stan zadowalający	Pobocze zaniżone do 5 - 10 cm
C	stan niezadowalający (planowane wykonywanie zabiegów)	Pobocze zaniżone od 10 do 15 cm
D	stan zły (natychmiastowe interwencje)	Pobocze zawyżone Pobocze zaniżone więcej niż 15 cm

*) dla dróg o szerokości <6m zarządca może przyjąć inne wartości kryterium oceny z jednoczesnym podjęciem działań w celu zapewnienia BRD

(3) W zależności od intensywności występowania łącznych uszkodzeń ocenianych dla poboczy o nawierzchni gruntowej, oceniany odcinek należy zakwalifikować do jednego z powyższych stanów związanych z klasami stanu poboczy (A, B, C lub D).

(4) Na podstawie oceny stanu należy sporządzić coroczny protokół kontroli stanu technicznego poboczy.

6.2. Zasady oceny stanu odwodnienia

(1) Ocenie stanu odwodnienia podlegają następujące elementy:

- odwodnienie powierzchniowe z wyłączeniem zbiorników retencyjnych i odparowujących oraz rowów stokowych,
- widoczne elementy urządzeń wchodzące w skład odwodnienia podziemnego tj.: studzienki wpustowe z kratką.

(2) Przyjmuje się wskaźnik stanu odwodnienia, który jest zmienny w zakresie od 0 (źle) do 4 (dobrze) oraz zależy od rodzaju odwodnienia i jego stanu. Jakość odwodnienia, która bezpośrednio wpływa na czas niezbędny do usunięcia wody z powierzchni jezdni i podbudowy drogi określa się na podstawie oceny stanu technicznego elementów odwodnienia.

(3) Stan odwodnienia ocenia się według 4-stopniowej skali uzależnionej od wskaźnika stanu, zgodnie z tab. 6.2.1.

Tab. 6.2.1. Klasyfikacja stanu elementów odwodnienia

Klasa techniczna		Wskaźniki stanu odwodnienia
A	stan dobry	Nowe elementy systemu odwodnienia bez widocznych uszkodzeń Kilkuletnie elementy systemu odwodnienia w pełni realizujące swoje funkcje
B	stan zadowalający	Wyraźna linia rowów, dopuszczalne miejscowe nieznaczne zamulenie dna rowów Przepusty, osadniki zamulone, do 30% Dopuszczalne zaniżenie wpustów studzienek kanalizacyjnych Dopuszczalne spękania nawierzchni wokół wpustów studzienek kanalizacyjnych
C	stan niezadowalający (planowane wykonywanie zabiegów)	Nieregularna linia odwodnienia, rów częściowo zamulony Przepusty, osadniki zamulone do 50% Rynny odprowadzające zasypane, zarośnięte chwastami
D	stan zły (natychmiastowe interwencje)	Elementy odwodnienia zasypane Przepusty zarwane, zamulenie powyżej 50% Rowy zarośnięte krzewami lub drzewami Brak odpływu wody z rowu Studzienki kanalizacyjne zamulone lub zasypane, wpusty studzienek kanalizacyjnych zawyżone Rynny odprowadzające niedrożne lub z uszkodzonymi elementami konstrukcyjnymi

7. Technologie zabiegów remontowych

7.1. Zabiegi remontowe na nawierzchniach podatnych i półsztywnych

(4) Remont asfaltowej nawierzchni drogowej może być wykonywany w celu likwidacji:

- wybojów, wykruszeń i złuszczeń,
- trwałych odkształceń lepkoplastycznych,
- spękań.

(5) W podejmowaniu decyzji o zakresie zabiegów utrzymaniowych należy kierować się kryteriami oceny stanu nawierzchni. W podjęciu decyzji o wyborze przykładowych technologii zabiegu remontowego nawierzchni asfaltowej zaleca się kierować wskazówkami podanymi w tab. 7.1.1.

Tab. 7.1.1. Wskazówki doboru zabiegów remontowych nawierzchni podatnych i półsztywnych

Rodzaj uszkodzenia nawierzchni	Kryterium oceny	Proponowany rodzaj technologii remontu
Wyboje, wykruszenia, złuszczenia	Pojedyncze uszkodzenia o głębokości $\geq 4\text{cm}$	Wypełnienie wybojów, wykruszeń i złuszczeń
	$\leq 20\%$ powierzchni nawierzchni z uszkodzeniami	Remont w zakresie naprawy wybojów, krawędzi, złuszczeń Remont z zastosowaniem konfekcjonowanych mieszanek mineralno-asfaltowych na zimno oraz remont tradycyjny na zimno i na gorąco
	$> 20\%$ powierzchni nawierzchni z uszkodzeniami	Powierzchniowe utwardzenie, cienka warstwa ścieralna na zimno i na gorąco, wymiana warstwy ścieralnej, w razie konieczności wymiana warstwy wiążącej/ i lokalna wymiana warstw podbudowy
Nierówności poprzeczne	$IRI_{sr} \geq 7,8$; $IRI_{max} \geq 14,4$ (GP)	Frezowanie nawierzchni, frezowanie z ułożeniem cienkiej warstwy ścieralnej na gorąco lub na zimno, wymiana warstwy ścieralnej
	$IRI_{sr} \geq 8,2$; $IRI_{max} \geq 15,4$ (G)	Frezowanie nawierzchni, frezowanie z ułożeniem cienkiej warstwy ścieralnej na gorąco lub na zimno, wymiana warstwy ścieralnej
	$ORP \geq 36$ (Z)	Frezowanie nawierzchni, frezowanie z ułożeniem cienkiej warstwy ścieralnej na gorąco lub na zimno
	$ORP \geq 36$ (L, D, place, stanowiska postojowe)	Frezowanie nawierzchni, frezowanie z ułożeniem cienkiej warstwy ścieralnej na gorąco lub na zimno
Trwałe odkształcenia lepkoplastyczne	Głębokość koleiny nie przekracza 25 mm (GP, G, Z)	Frezowanie częściowe, termoprofilowanie warstwy ścieralnej, frezowanie i przykrycie powierzchniowym utwardzeniem, wyrównanie cienką warstwą, remixing warstwy ścieralnej
	Głębokość koleiny przekracza 25 mm (GP, G, Z)	Frezowanie całej powierzchni i przykrycie cienką warstwą na zimno lub na gorąco, remixing plus warstwy ścieralnej, wymiana warstw nawierzchni
	Głębokość koleiny nie przekracza 30 mm (L, D, place, stanowiska postojowe)	Frezowanie częściowe, frezowanie i przykrycie powierzchniowym utwardzeniem, wyrównanie cienką warstwą.
	Głębokość koleiny przekracza 30 mm (L, D, place, stanowiska postojowe)	Frezowanie całej powierzchni i przykrycie cienką warstwą na zimno lub na gorąco, wymiana warstw nawierzchni.
Niedostateczny współczynnik tarcia	Współczynnik tarcia $\leq 0,28$ (GP, G przy prędkości 60 km/h)	Śrutowanie nawierzchni, frezowanie całej powierzchni, powierzchniowe utwardzenie, cienka warstwa na zimno
	Współczynnik tarcia $\leq 0,37$ (GP, G przy prędkości 30 km/h)	Śrutowanie nawierzchni, Frezowanie całej powierzchni, powierzchniowe utwardzenie, cienka warstwa na zimno
Spękania	Pojedyncze spękania poprzeczne, powierzchnia	Uszczelnienie pojedynczych pęknięć nawierzchni metodą powierzchniowego utwardzenia, wypełnienie pęknięć metodą pasmową bez rozfrezowania, wypełnienie pęknięcia poszerzonego przez frezowanie, przykrycie pęknięcia

	nawierzchni pokryta spękaniami ≤50%	taśmą uszczelniającą, remixing otwartych spoin technologicznych, remont poprzecznego pęknięcia odbitego z zastosowaniem geosyntetyków
	Powierzchnia nawierzchni pokryta spękaniami ≥50%	Remont całej powierzchni z zastosowaniem geosyntetyków i ułożenie nowych warstw asfaltowych, recykling na zimno na miejscu

7.2. Zabiegi remontowe na nawierzchniach sztywnych

(1) Zabieg remontowy nawierzchni betonowej dobiera się według tab. 7.2.1, w zależności od rodzaju uszkodzenia nawierzchni oraz jego intensywności.

Tab. 7.2.1. Wskazówki doboru technologii remontowych nawierzchni sztywnych

Rodzaj uszkodzenia nawierzchni		Kryterium oceny	Proponowany rodzaj technologii naprawy
Deformacje trwałe	Nierówności poprzeczne	Głębokość <30 mm (GP, G, Z) Głębokość <42 mm (L, D, place, stan. post.)	Brak
		Głębokość ≥30 mm (GP, G, Z) Głębokość ≥42 mm (L, D, place, stan. post.)	Nacinanie ^{1), 7)} (Diamond Grinding)
	Podłużne	IRI _{sr} <7,8 mm/m lub IRI _{max} <14,4 mm/m (GP) IRI _{sr} <8,2 mm/m lub IRI _{max} <15,4 mm/m (G)	Brak
		IRI _{sr} ≥7,8 mm/m lub IRI _{max} ≥14,4 mm/m (GP) IRI _{sr} ≥8,2 mm/m lub IRI _{max} ≥15,4 mm/m (G)	Nacinanie ^{1), 7)} (Diamond Grinding)
	Podłużne – na długości płyt ²⁾ (paczenie)	ORP <36 mm (GP, G, Z) ORP <39 mm (L, D, place, stan. post.)	Brak
		ORP ≥36 mm (GP, G, Z) ORP ≥39 mm (L, D, place, stan. post.)	Nacinanie ^{1), 7)} (Diamond Grinding)
	Uskoki w szczelinach lub pęknięciach płyt	Głębokość <10 mm	Brak
		Głębokość 10-15mm	Nacinanie ^{1), 7)} (Diamond Grinding)
		Głębokość ≥15 mm	Stabilizacja płyt łącznie z dyblowaniem wtórnym
Pęknięcia	Pojedyncze podłużne i ukośne	Długość pęknięcia <2 m	Uszczelnienie pęknięcia ³⁾
		Długość pęknięcia ≥2 m	Kotwienie ukośne lub kotwienie poziome i uszczelnienie pęknięcia ³⁾
	Pojedyncze poprzeczne przez całą szerokość płyty	Szerokość pęknięcia <40 mm	Uszczelnienie pęknięcia ⁴⁾
		Szerokość pęknięcia ≥40 mm	Uszczelnienie pęknięcia wraz z dyblowaniem wtórnym ⁵⁾
	Pęknięcia naroży	Powierzchnia odłamania <0,5 m ²	Uszczelnienie pęknięcia ⁶⁾ Wymiana fragmentu płyty
		Powierzchnia odłamania ≥0,5 m ²	Kotwienie ukośne lub kotwienie poziome
	Pęknięcia blokowe	<20% powierzchni/sekcja 10 m	Uszczelnienie pęknięć
		≥20% powierzchni/sekcja 10 m	Wymiana płyt
Uszkodzenia powierzchni	Wypolerowanie ⁹⁾	Współczynnik tarcia >0,28 (GP, G przy 60 km/h ¹⁰⁾) Współczynnik tarcia >0,36 (GP, G przy 30 km/h ¹⁰⁾)	Brak
		Współczynnik tarcia ≤0,28 Współczynnik tarcia ≤0,35 (GP, G przy 60 km/h ¹⁰⁾) Współczynnik tarcia ≤0,36 (GP, G przy 30 km/h ¹⁰⁾)	Śrutowanie nawierzchni Rowkowanie
	Pęknięcia mrozowe, alkaiczne, wyboje, ubytki, lejki, złuszczenia, wykruszenia miejscowe materiału na górnej powierzchni płyty, odpryski kruszywa	<20% powierzchni/sekcja 10 m	Uszczelnienie pęknięć, uzupełnienie złuszczeń i ubytków
		≥20% powierzchni/sekcja 10 m	Frezowanie głębokie ^{1), 8)} lub wymiana płyt
Uszkodzenia w obszarze łączenia płyt	Uszkodzenia szczeliny lub krawędzi	Suma uszkodzeń <8 m/sekcja 10 m	Uzupełnienie ubytków
		Suma uszkodzeń ≥8 m/sekcja 10 m	Wymiana płyt
	Uszkodzenia wypełnień szczelin (masy zalewowej, wkładek, profili)	Suma uszkodzeń <8 m/sekcja 10 m	Uszczelnienie szczelin
		Suma uszkodzeń ≥8 m/sekcja 10 m	Wymiana wypełnień w szczelinach
	Uszkodzenia nawierzchni z powodu nieprawidłowego ułożenia dybli i kotew	<20% sztuk/sekcja 10 m	Uzupełnienie ubytków
		≥20% sztuk/sekcja 10 m	Wymiana płyty

- ¹⁾ zmiana trwałości zmęczeniowej konstrukcji nawierzchni w wyniku nacinania. Szacunkowo nacinanie do 2 cm grubości płyty powoduje obniżenie kategorii ruchu (np. z KR5 na KR4). Nacinanie do 3 cm powoduje szacunkowo obniżenie trwałości o 2 kategorie ruchu (np. z KR5 na KR3). W celu określenia rzeczywistej pozostałej trwałości zaleca się przeprowadzenie pomiarów czaszy przemieszczeń (FWD) oraz identyfikację parametrów konstrukcji nawierzchni,
- ²⁾ w przypadku odcinków, na których występują dylatacje przy obiektach. Ocena równości podłużnej z użyciem łaty (długości 4 m) i klina,
- ³⁾ pęknięcia <3 mm – uszczelnienie masą zalewową. Pęknięcia >3 mm – uszczelnienie po wcześniejszym rozfrezowaniu i uzupełnieniu (np. wkładką lub kordem). Pęknięcia >40 mm – uszczelnienie po wcześniejszym poszerzeniu i uzupełnieniu kruszywem,
- ⁴⁾ pęknięcia <3 mm – uszczelnienie masą zalewową. Pęknięcia ≥3 mm – uszczelnienie po wcześniejszym rozfrezowaniu i uzupełnieniu (np. wkładką lub kordem),
- ⁵⁾ uszczelnienie po wcześniejszym poszerzeniu i uzupełnieniu kruszywem. W przypadku braku współpracy fragmentów płyty przedzielonych pęknięciem (LTE <0,65) konieczne wtórne dyblowanie,
- ⁶⁾ uszczelnienie pęknięcia, w przypadku szerokości pęknięcia <6 mm. Wymiana odłamanego fragmentu płyty i uzupełnienie mieszanką mineralno-asfaltową (MMA), w przypadku szerokości pęknięcia ≥6 mm,
- ⁷⁾ możliwe jest połączenie zabiegu nacinania (Diamond grinding) z zabiegiem rowkowania (Grooving) w celu redukcji hałasu i zjawiska aquaplaningu,
- ⁸⁾ w przypadku frezowania na głębokość 10-15 cm uzupełnić płytę do pierwotnej grubości nowym materiałem, np. MMA,
- ⁹⁾ pomiar współczynnika tarcia wykonywać dla dróg o prędkości dopuszczalnej powyżej 60 km/h
- ¹⁰⁾ oznacza prędkość pomiarową



Wytyczne utrzymania dróg samorządowych

Część 2: Diagnostyka

01-2022.04.25

Wzorce i standardy rekomendowane
przez
Ministra właściwego ds. transportu

WR-D-83-2

Wersja: **01**

Obowiązuje od: **2022.04.25**

Rekomendował: **Minister Infrastruktury w dniu 00 lipca 2022 r. (DDP-4.0600.5.2022)**

Zaopiniował: **Komitet Techniczny Drogownictwa ds. WiS w dniu 00 czerwca 2022 r.**

Wzorce i standardy rekomendowane przez Ministra właściwego ds. transportu:

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

Opracował Zespół w składzie:

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

Jednostka odpowiedzialna:

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

© Skarb Państwa – Minister Infrastruktury

Zdjęcie na okładce © Michał Sarnowski

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



Fundusze Europejskie
Pomoc Techniczna



**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
 - 4.7. Stan pasa drogowego
 - 4.7.1. Wprowadzenie
 - 4.7.2. Metodologia badań i technika pomiarowa

- 4.7.3. Wymagania jakościowe dla fotorejestracji pasa drogowego
- 4.8. Kontrola stanu technicznego dróg na podstawie oceny wizualnej
 - 4.8.1. Kontrola stanu technicznego nawierzchni asfaltowych
 - 4.8.2. Kontrola stanu technicznego nawierzchni betonowych
 - 4.8.3. Kontrola stanu technicznego poboczy
 - 4.8.4. Kontrola stanu technicznego urządzeń do odwodnienia
 - 4.8.5. Kontrola stanu technicznego dróg dla pieszych, dróg dla rowerów lub dróg dla pieszych i rowerów
- 5. Klasyfikacja uszkodzeń nawierzchni
 - 5.1. Klasyfikacja uszkodzeń nawierzchni asfaltowych
 - 5.1.1. Deformacje trwałe
 - 5.1.2. Spękania
 - 5.1.3. Uszkodzenia powierzchniowe
 - 5.2. Klasyfikacja uszkodzeń nawierzchni betonowych
 - 5.2.1. Deformacje trwałe
 - 5.2.2. Pęknięcia
 - 5.2.3. Uszkodzenia powierzchni
 - 5.2.4. Uszkodzenia w obszarze łączenia płyt
 - 5.2.5. Uszkodzenia nawierzchni z powodu nieprawidłowej pracy dybli i kotew
- 6. Klasyfikacja uszkodzeń nawierzchni dróg dla pieszych, dróg dla rowerów lub dróg dla pieszych i rowerów
- 7. Klasyfikacja uszkodzeń poboczy i odwodnienia dróg
 - 7.1. Klasyfikacja uszkodzeń poboczy
 - 7.2. Klasyfikacja uszkodzeń odwodnienia dróg

1. Przedmiot i zakres stosowania

- (1) Przedmiotem wytycznych są zalecenia w zakresie rozpoznania i oceny stanu nawierzchni dróg samorządowych, poboczy oraz odwodnienia dróg.
- (2) Niniejsze wytyczne dotyczą technicznego utrzymania dróg samorządowych natomiast nie obejmują swym zakresem zimowego utrzymania dróg i utrzymania drogowych obiektów inżynierskich.
- (3) W wytycznych przedstawiona została klasyfikacja uszkodzeń oraz sposoby oceny stanu nawierzchni drogowych, poboczy i odwodnienia.
- (4) Ocena stanu oraz systematyczne zbieranie danych o stanie poszczególnych części drogi pozwala na wskazanie lokalizacji odcinków dróg, na których należy wykonać zabiegi remontowe. Zgromadzone dane mogą być zastosowane również do optymalnego podziału środków przez samorządy na utrzymanie dróg.
- (5) Diagnostyka nawierzchni oznacza proces pozyskiwania informacji o cechach nawierzchni drogowych a także klasyfikację i ocenę ich wielkości.
- (6) Ocena stanu nawierzchni dróg wymaga zastosowania zmechanizowanych metod oceny. Metody te są obiektywne, dokładniejsze i niezależne od błędów człowieka, jak również bezpieczniejsze w stosowaniu. W ocenie stanu nawierzchni dróg o niskiej kategorii ruchu może być wystarczająca ocena wizualna.

2. Wykaz opracowań powołanych

2.1. Akty prawne

- [1] Ustawa z dnia 21 marca 1985 r. o drogach publicznych (Dz. U. z 2021 r. poz. 1376, z późn. zm.).
- [2] Wytyczne określania cech powierzchniowych nawierzchni jezdni i innych części dróg, 01-2022.07.18, Wzorce i standardy rekomendowane przez Ministra właściwego ds. transportu, WR-D-64
- [3]

2.2. Pozostałe opracowania

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

3. Definicje i objaśnienia skrótów

3.1. Definicje

Cechy powierzchniowe – właściwości techniczno-eksploatacyjne górnej powierzchni nawierzchni, które zmieniają się w procesie eksploatacji.

Diagnostyka stanu nawierzchni – identyfikacja i ocena stanu technicznego nawierzchni drogowych.

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

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

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.

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

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

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.

Rów drogowy – urządzenie techniczne drogi w formie otwartego wykopu o głębokości co najmniej 50 cm, który zbiera i odprowadza wodę, wyróżnia się:

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

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.

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

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

Warstwa ścieralna – wierzchnia warstwa konstrukcji nawierzchni podatnej i pólstywniej poddana bezpośredniemu 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

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

DSN – Diagnostyka Stanu Nawierzchni.

FWD (Falling Weight Deflectometer) – ugięciomierz dynamiczny.

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

KR – kategoria ruchu.

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

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

R – remont.

RC – remont cząstkowy.

TSD (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
W_p	-	progowa wielkość stanu – wartość pożądana
W_{ost}	-	progowa wielkość stanu – wartość ostrzegawcza
W_{kryt}	-	progowa wielkość stanu – wartość krytyczna
SCI	[μm]	wskaźnik krzywizny ugięcia – parametr nośności
SCI_{300}	[μm]	wskaźnik krzywizny ugięcia w odległości 300 mm od punktu zrzutu obciążenia
LTE	[%]	współczynnik przenoszenia obciążeń (współpracy płyt betonowych)
D	[μm]	ugięcie zarejestrowane (w badaniu metodą FWD)
D_0	[μm]	ugięcie maksymalne – parametr nośności
D_{300}	[μm]	ugięcie zarejestrowane w odległości 300 mm od punktu zrzutu obciążenia
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)
d	[μm]	ugięcie ustandaryzowane do obciążenia nominalnego 50kN (w badaniu metodą FWD)
F	[kN]	zarejestrowane obciążenie (w badaniu metodą FWD)
D_u	[mm]	przemieszczenie na płycie nieobciążonej

D _L	[mm]	przesunięcie na płycie obciążonej
U _s	[mm]	ugięcie sprężyste (odwracalne)
U _{s4}	[mm]	ugięcie zarejestrowane przy obciążeniu na koło bliźniacze wynoszące 40kN (w badaniu metodą ugięciomierza Benkelmana)
U _{s5}	[mm]	ustandaryzowane ugięcie dla nominalnego obciążenia na koło bliźniacze wynoszące 50kN (w badaniu metodą ugięciomierza Benkelmana)
U _{ss5}	[mm]	ustandaryzowane ugięcie dla nominalnego obciążenia na koło bliźniacze, wynoszącego 50 kN dla temperatury warstw asfaltowych wynoszącej 20°C,
C ₀	[mm]	pierwszy odczyt na czujniku (nawierzchnia obciążona)
C	[mm]	drugi odczyt na czujniku (nawierzchnia odciążona)
T	[°C]	temperatura warstw asfaltowych
f _T	[-]	współczynnik temperaturowy, czyli współczynnik korygujący ugięcia ze względu na temperaturę pomiaru ugięć
ΔT	[°C]	różnica temperatury
WT	-	współczynnik tarcia – parametr właściwości przeciwpoślizgowych
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)
LIW	[%]	łaty i wyboje
SNS	[%]	spękania i nieszczelne spoiny technologiczne
LA	[%]	łaty
NST	[%]	nieszczelne spoiny technologiczne
SSP	[%]	spękania siatkowe, skupiska spękań i pęknięcia pojedyncze
UK	[%]	uszkodzenia krawędzi jezdni
WYB	[%]	wyboje
IRI	[m/km]	międzynarodowy wskaźnik równości – parametr równości podłużnej
ORP	[mm]	odchylenie równości podłużnej
GK	[mm]	głębokość koleiny – parametr równości poprzecznej
WT	-	współczynnik tarcia – parametr właściwości przeciwpoślizgowych
USK	[mm]	uskok płyt betonowych

4. Diagnostyka metodami zmechanizowanymi

4.1. Nośność

4.1.1. Wprowadzenie

- (1) Nośność nawierzchni drogi jest to zdolność do przenoszenia obciążeń, jakim ta nawierzchnia podlega.
- (2) 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 można stosować urządzenia typu FWD (pomiar punktowy) oraz typu TSD (pomiar ciągły). Dla II i III poziomu oceny (zgodnie z tab. 4.2.1 w WR-D-83-1) dopuszcza się prowadzenie oceny nośności na podstawie pomiaru ugięć sprężystych ugięciomierzem Benkelmana. Wytyczne w zakresie pomiaru ugięć nie wymagają zachowania korelacji pomiędzy tymi dwoma metodami pomiarowymi. Zarządca drogi powinien wskazać metodę wykonywania pomiarów.
- (4) Pomiary ugięć należy wykonywać za pomocą pojazdów poruszających się w normalnym ruchu lub powodujących zamknięcie pasa ruchu, nie dłuższe niż w przypadku robót szybko postępujących.
- (5) Pomiary urządzeniem typu FWD wykonuje się na środku pasa ruchu, natomiast pomiary urządzeniem typu TSD wykonuje się w śladzie prawego koła.
- (6) Jeżeli zarządca drogi nie zdecyduje inaczej, pomiary zarówno na drogach jedno- jak i dwujezdniowych muszą być wykonane na prawym zewnętrznym pasie ruchu, w kierunku zgodnym z 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) W przypadku, gdy łącznie z pomiarem ugięć nie jest wykonywana fotorejestracja korytarza drogi, w ramach ciągłego pomiaru ugięć wykonuje się fotorejestrację kontrolną z kamery frontowej, pozwalającą na obserwowanie drogi i warunków w trakcie wykonywania pomiaru (dokumentacja wykonania pomiaru). W ramach punktowego pomiaru ugięć nie wykonuje się fotorejestracji kontrolnej. Informacje o zdjęciach muszą zostać zapisane w pliku z geograficznymi danymi elementarnymi.

4.1.2. Pomiar punktowy – ugięciomierz FWD

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

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

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

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

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

gdzie:

LTE – współczynnik współpracy [%],

D_U – przemieszczenie na płycie nieobciążonej,

D_L – przemieszczenie na płycie obciążonej.

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

(6) Ugięcie standaryzowane 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):

$$U_{SS5} = U_{S5} \cdot f_T \quad (4.1.2.2)$$

gdzie:

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

U_{S5} – 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,

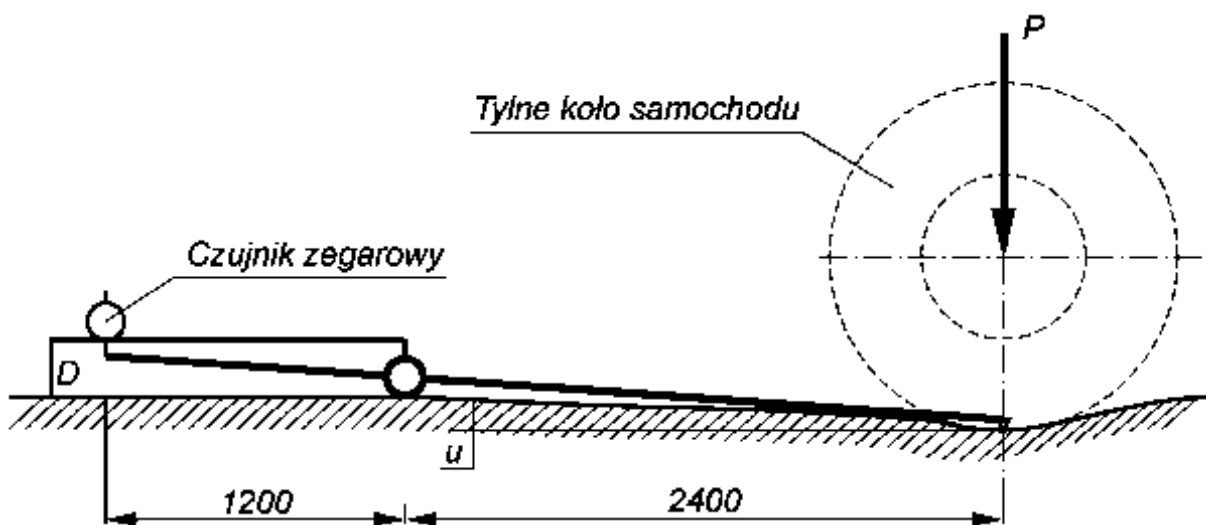
T - temperatura warstw asfaltowych, w której wykonano badanie.

4.1.3. Pomiar punktowy – ugięciomierz Benkelmana

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

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

- (3) Pomiar ugięciomierzem belkowym wykonuje się w okresie, gdy:
- temperatura warstw asfaltowych mierzona w środku ich grubości mieści się w przedziale od 5 do 25°C,
 - podłoże gruntowe jest rozmarznęte.
- (4) Do obciążania nawierzchni przy pomiarach ugięć używa się samochodu ciężarowego o sprawdzonym obciążeniu 50 kN na każde bliźniacze koło tylnej osi pojedynczej, tj. o równomiernie rozłożonym obciążeniu na tylną pojedynczą oś 100 kN.
- (5) Przeznaczony do pomiaru samochód należy ustawić 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 należy ustawić ugięciomierz równoległe do osi jezdni w środku między oponami bliźniaczego koła. Następnie należy odczytać odczyt na czujniku. Czynności te powinny być wykonane w czasie nie dłuższym niż 30 sekund. Po dokonaniu odczytu samochód powinien bezzwłocznie odjechać poza zasięg oddziaływania ciężaru koła na rzędną punktu pomiaru, tj. co najmniej 6 m i notuje się ponownie odczyt (odczyt po odciążeniu).



Rys. 4.1.3.1. Schemat pomiaru 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. Należy zastosować liczbę czujników zapewniającą 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:
- gęstość pomiarów [m] – odległość między kolejnymi wielkościami ugięcia maksymalnego wzdłuż kierunku,
 - dokładność pojedynczego odczytu ugięcia [μm] – najmniejsza różnica w ugięciu, jaką jest w stanie zarejestrować przyrząd pomiarowy. Dotyczy zarówno ugięcia maksymalnego, jak i czasu ugięć,
 - obciążenie pomiarowe [kN] – obciążenie wykorzystane do pomiaru ugięcia podczas pomiaru.

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

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

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:

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

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

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

Parametr	Jednostka	Wymagany zakres
Gęstość pomiarów	[m]	100
Dokładność pojedynczego odczytu ugięcia	[μm]	1
Obciążenie pomiarowe	[kN]	45-55
Nominalna średnica powierzchni nacisku	[m]	0,3
Temperatura warstw asfaltowych	[$^{\circ}\text{C}$]	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 zamarznięte, a powierzchnia jezdni musi być czysta i sucha. Dane zebrane na odcinkach dróg, na których występują lokalne, tymczasowe zabrudzenia, np. wyjazd z pola, z budowy, powinny zostać oznaczone przez wykonawcę pomiarów jako dane nieważne.

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

(7) Wykonawca pomiarów zobowiązany jest do zapewnienia bezpieczeństwa podczas ich wykonywania. Urządzenie pomiarowe musi 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:

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

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

$$U_{55} = \frac{5}{4} \cdot U_{54} \quad (4.1.6.1)$$

gdzie:

U_{55} – ustandaryzowane ugięcie dla nominalnego obciążenia na koło bliźniacze, wynoszącego 50 kN,

U_{54} – ugięcie zarejestrowane przy obciążeniu na koło bliźniacze, wynoszącym 40 kN,

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

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

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

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

(3) Podczas pomiaru podłoże gruntowe nie może być zamarznięte, a powierzchnia jezdni musi być czysta i sucha. Dane zebrane na odcinkach dróg, na których występują lokalne, tymczasowe zabrudzenia, np. wyjazd z pola, z budowy, powinny zostać oznaczone przez wykonawcę pomiarów jako dane nieważne.

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

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

4.1.7. 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 [μ m] – najmniejsza różnica w ugięciu, jaką jest w stanie zarejestrować przyrząd pomiarowy. Dotyczy zarówno ugięcia maksymalnego, jak i czaszy ugięć,
- c) obciążenie pomiarowe [kN] – obciążenie osi naczepy TSD,
- d) temperatura warstw asfaltowych T [°C] – temperatura pakietu warstw asfaltowych mierzona w połowie ich grubości w miejscu pomiaru ugięcia. Jeśli łączna grubość warstw asfaltowych jest

- większa od 24 cm, temperaturę należy mierzyć na głębokości 12 cm. Temperaturę w połowie warstw asfaltowych można wyznaczyć korzystając z tzw. równań BELLS,
- e) dokładność odczytu współrzędnych geograficznych [m] – dokładność, z jaką określane są współrzędne GPS skojarzone ze zdjęciami pasa drogowego,
 - f) gęstość pomiarów współrzędnych geograficznych [m] – odległość między kolejnymi pomiarami współrzędnych geograficznych.

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

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

Parametr	Jednostka	Wymagany zakres
Gęstość pomiarów	[m]	1
Dokładność pojedynczego odczytu ugięcia	[μm]	1
Obciążenie pomiarowe	[kN]	100
Temperatura warstw asfaltowych	[°C]	5-25
Dokładność lokalizacji współrzędnych geograficznych	[m]	≤1
Gęstość pomiarów współrzędnych geograficznych	[m]	10

(3) Podczas pomiaru podłoże gruntowe nie może być zamarznięte, a powierzchnia jezdni musi być czysta i sucha. Dane zebrane na odcinkach dróg, na których występują lokalne, tymczasowe zabrudzenia, np. wyjazd z pola, z budowy, powinny zostać oznaczone przez wykonawcę pomiarów jako dane nieważne.

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

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

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

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). W przypadku, gdy na dany odcinek diagnostyczny przypadły dwa pomiary lub więcej (pomiar ciągły), przyjmuje się ich średnią.

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

(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 zmierzonego w sposób umowny odprężenia uprzednio obciążonej nawierzchni po jej całkowitym odciążeniu. Wartość ugięcia sprężystego U_s oblicza się w [mm] według wzoru (4.1.8.2):

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

gdzie:

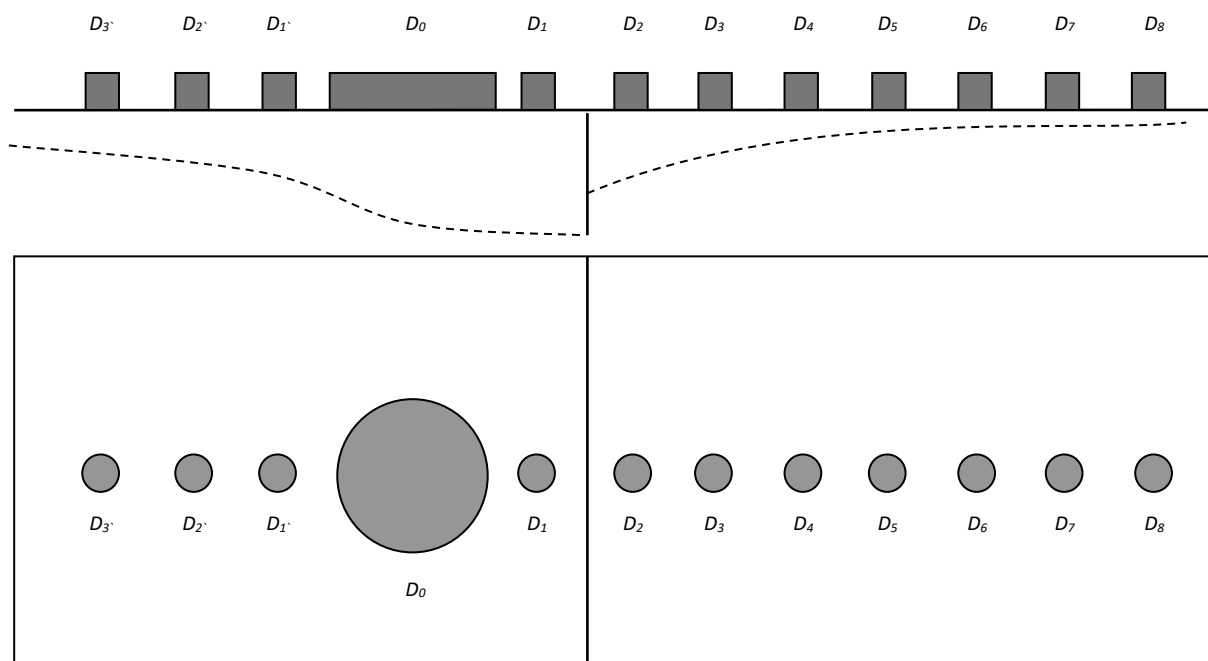
C_0 – pierwszy odczyt na czujniku (nawierzchnia obciążona),

C – drugi odczyt na czujniku (nawierzchnia odciążona).

(9) Współczynnik przenoszenia obciążeń dla nawierzchni betonowych decyduje o warunkach pracy nawierzchni w obrębie szczelin. Jeżeli współpraca nie występuje, to w obrębie szczeliny może wystąpić pogorszenie cech eksploatacyjnych nawierzchni (w tym pogorszenie poziomu hałasu). Pożądanym efektem jest zbliżona wartość ugięć na obu krawędziach płyty, świadcząca o odpowiedniej nośności, zapewniająca odpowiedni transfer obciążenia pomiędzy płytami, a w konsekwencji dalszą trwałość.

(10) W celu zapewnienia odpowiedniej współpracy płyt stosuje się dyble, jednak w przypadku nawierzchni niedyblowanych współpraca jest także możliwa przy odpowiednim zazębieniu się płyt, odpowiedniej sztywności podłoża oraz grubości i stanu płyt. Sprawność współpracy płyt określa się jako współczynnik LTE. Aby nawierzchnia betonowa miała zapewnione odpowiednie warunki pracy w obrębie szczelin, współczynnik LTE nie powinien być mniejszy niż 0,65.

(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 można zastosować liniał pomiarowy.

(3) Do oceny równości podłużnej warstwy ścieralnej lub warstwy nawierzchniowej oraz uskoków dróg klasy Z, L, lub D należy stosować metodę pomiaru ciągłego z wykorzystaniem planografu lub metodę łaty (o długości 4 m) i klina. W przypadku pomiaru uskoków można zastosować liniał pomiarowy.

(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 [2].

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 łaty i klina .
- (3) Do oceny równości poprzecznej warstwy ścieralnej lub warstwy nawierzchniowej dróg klas GP i G stosuje się metodę profilometryczną umożliwiającą wyznaczenie odchylenia równości w przekroju poprzecznym pasa ruchu (elementu nawierzchni).
- (4) Do oceny równości poprzecznej warstwy ścieralnej lub warstwy nawierzchniowej z betonu cementowego lub kostki dróg klas Z, L i D oraz placów i stanowisk postojowych stosuje się metodę profilometryczną lub metodę pomiaru z użyciem łaty (o długości 2 m) i klina. W przypadku miejsc, w których nie jest możliwy pomiar profilometrem na drogach klas GP i G, do oceny równości poprzecznych zaleca się stosowanie metody z użyciem łaty (o długości 2 m) i klina.
- (5) .
- (6) Badania równości poprzecznej wykonuje się zgodnie z WR-D-64 [2].

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[2].

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 i 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 lepiszcza. Na podstawie zakresu i stopnia szkodliwości poszczególnych uszkodzeń, obliczane są wskaźniki: stanu spękań oraz stanu powierzchni.
- (3) Stan spękań: cecha górnych warstw konstrukcyjnych nawierzchni, charakteryzująca stopień ich nieciągłości, stanowiąca przesłankę do określenia utraty nośności nawierzchni. Stan powierzchni: cecha nawierzchni charakteryzująca spójność tworzywa warstwy ścieralnej nawierzchni.
- (4) Identyfikuje się następujące uszkodzenia nawierzchni:
- a) pęknięcia siatkowe,
 - b) pęknięcia pojedyncze – podłużne, w tym uszkodzenia krawędzi,
 - c) pęknięcia pojedyncze – poprzeczne,
 - d) łaty (w połączeniu ze stanem spoin technologicznych),

- e) wyboje,
- f) ubytki ziaren
- g) nieszczelne spoiny technologiczne
- h)  uszczelnienia szczelin dylatacyjnych (w nawierzchni betonowej).

4.5.2. Metodologia badań i technika pomiarowa

(1) Pierwszym etapem identyfikacji uszkodzeń powierzchniowych jest fotograficzna rejestracja nawierzchni jezdni. W tym celu są wykonywane i zapamiętywane w plikach graficznych zdjęcia powierzchni jezdni. Zdjęcia te są wykonywane przy wykorzystaniu specjalistycznych kamer, skierowanych prostopadle do nawierzchni. Muszą one spełniać wysokie wymagania jakościowe, np. 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 $1\text{ m} \times 1/3$ szerokości pasa ruchu (czyli powierzchnię ok. 1 m^2).

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

(4) Fotorejestrację nawierzchni jezdni 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:

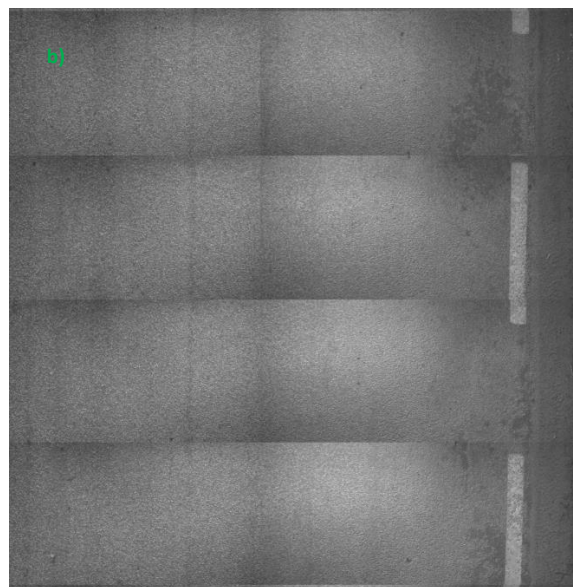
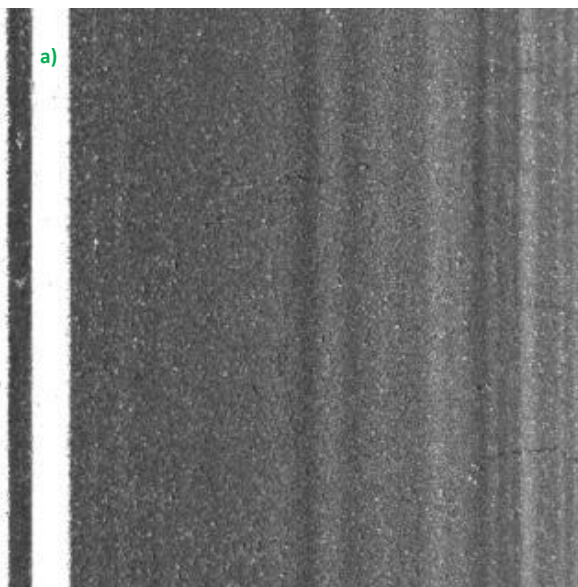
- a) dane określające system pomiarowy,
- b) dane określające podmiot odpowiedzialny za produkcję systemu pomiarowego,
- c) przyporządkowanie pomiaru do kampanii pomiarowej,
- d) czas i data wykonania pomiaru.

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 jezdni prostopadle od góry. Przykładowy wycinek zdjęcia powierzchni zarejestrowany przy użyciu kamery liniowej przedstawiono na rys. 4.5.3.1a. Przykładowy wycinek zdjęcia powierzchni zarejestrowany przy wykorzystaniu systemu dwóch kamer powierzchniowych przedstawiono na rys. 4.5.3.1b.



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

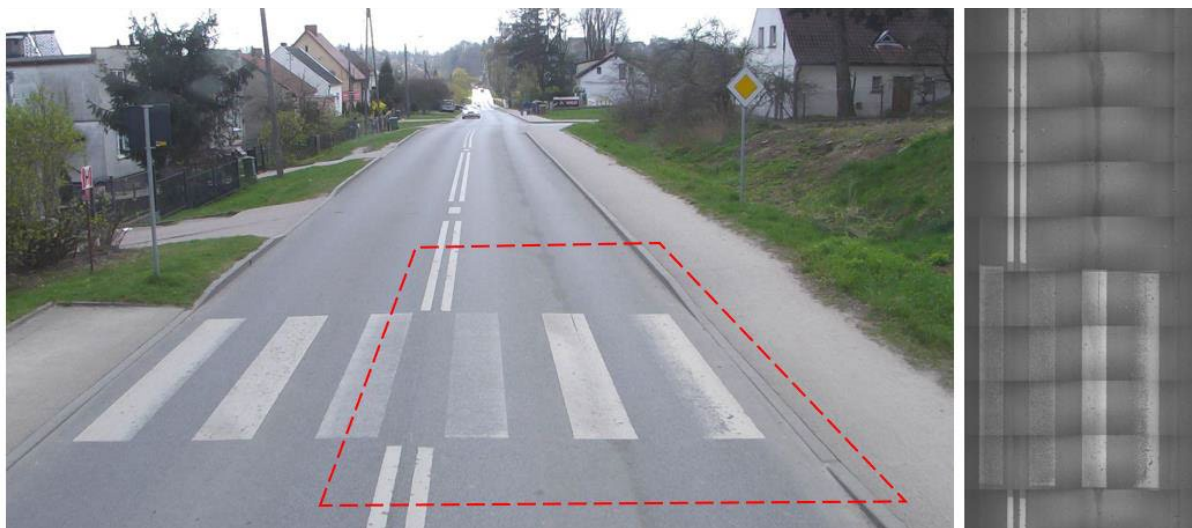
(3) Widoczna na zdjęciu „siatka” powstaje w wyniku sklejania pojedynczych zdjęć wykonanych przez każdą z kamer wchodzących w skład systemu pomiarowego. Zdjęcie powierzchni przedstawia 10 kolejnych metrów pasa ruchu i obejmuje wszerz cały pas ruchu. Zdjęcie powierzchni zorientowane jest tak, że pojazd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

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



Rys. 4.5.3.2. Przykładowe zdjęcie pasa drogowego wykonane kamerą frontową

(5) Zdjęcia powierzchniowe i frontowe są pogrupowane oraz zsynchronizowane ze sobą w ten sposób, że na zdjęciu pasa drogowego jest widoczny cały fragment drogi, z którego pochodzi zdjęcie powierzchni oraz fragment ten znajduje się na tym zdjęciu możliwie najbliżej. Zsynchronizowanie zdjęć powierzchniowego i frontowego przedstawiono na rys. 4.5.3.3.



Rys. 4.5.3.3. Prawidłowe zsynchronizowanie zdjęcia powierzchniowego i frontowego

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

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 musi być przeprowadzana przez zespół odpowiednio przeszkolonych operatorów pod kierunkiem koordynatora prac identyfikacyjnych, do obowiązków którego należy nadzorowanie identyfikacji, fachowe wsparcie operatorów oraz kontrola jakości i merytorycznej poprawności pracy operatorów. W przypadku metod automatycznych i półautomatycznych identyfikacja uszkodzeń powierzchniowych przeprowadzana jest przez wysoce wyspecjalizowane systemy komputerowe. Identyfikacja uszkodzeń powierzchniowych musi być przeprowadzana przez wykonawcę w sposób minimalizujący skutki subiektywnego postrzegania uszkodzeń oraz ewentualne błędy w systemach automatycznych i półautomatycznych.

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

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

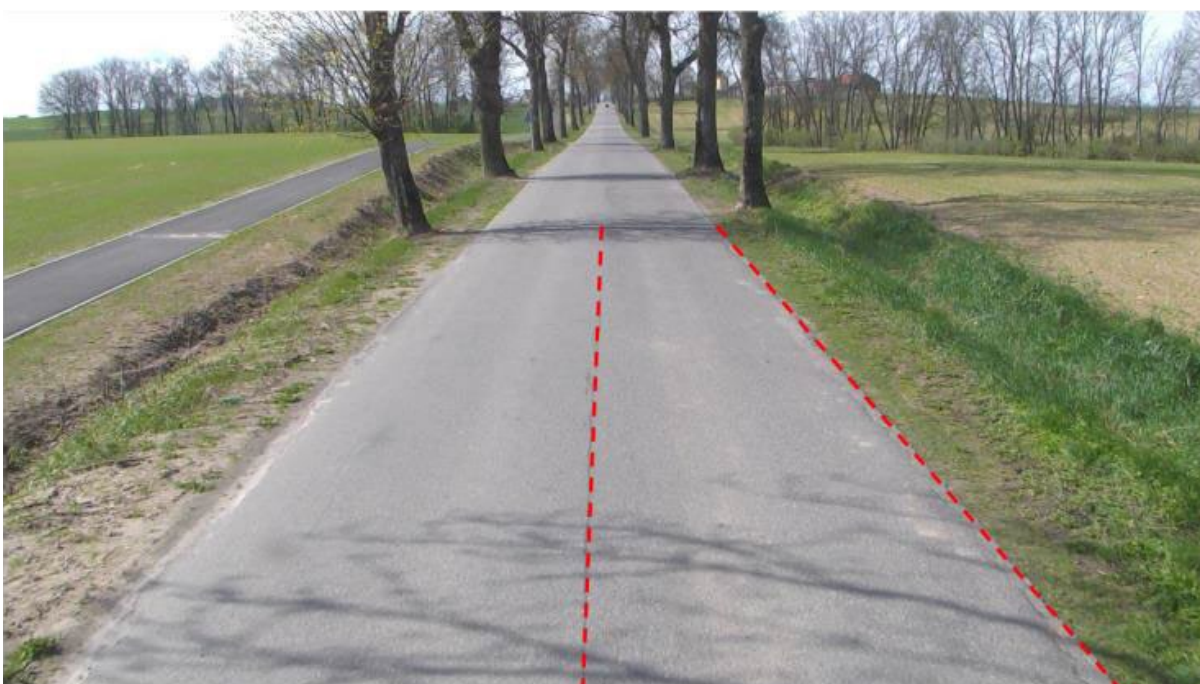
(4) Rodzaj nawierzchni zapisuje się w pliku z danymi elementarnymi.

(5) Identyfikacja 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).



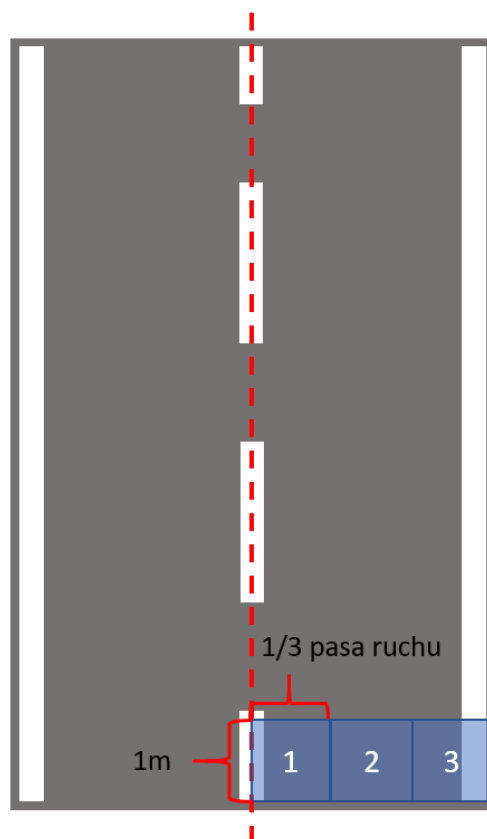
Rys. 4.5.4.1. Reguły wyznaczania pasa ruchu w przypadku występowania oznakowania poziomego

(6) Na drogach jednojezdniowych dwukierunkowych może wystąpić brak oznakowania poziomego potrzebnego do wyznaczenia granic pasa ruchu. W tym przypadku za linię rozdzielającą przeciwnie pasy ruchu przyjmuje się oś jezdni, którą należy podczas identyfikacji możliwie najlepiej przybliżyć (spoina technologiczna oddzielająca kierunki jazdy ewentualnie linia dzieląca jezdnię na dwie połowy; rys.4.5.4.2).



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

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



Rys. 4.5.4.3. Podział pasa ruchu na segmenty

(8) W efekcie, na jedno zdjęcie powierzchni przypada 30 segmentów. Kodując uszkodzenia powierzchniowe w ramach segmentu 1 należy także uwzględnić uszkodzenia występujące w zakresie do 10 cm na lewo od tego segmentu. Jest to konieczne, aby uwzględnić uszkodzenia znajdujące się na granicach ewentualnej spoiny technologicznej występującej pomiędzy pasami ruchu. Uszkodzenia i odpryski farby z oznakowania poziomego nie są traktowane jako 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, oznaczać należy tam, gdzie pęknięcie wchodzi w obszar segmentu.
- (2) W celu uniknięcia kodowania niewyraźnych obiektów należy pomijać pojedyncze pęknięcia o długości mniejszej niż 10 cm.
- (3) Identyfikacji podlegają zarówno pęknięcia otwarte, jak i naprawione (uszczelnione).
- (4) Pęknięcia przebiegają zazwyczaj nieregularnie (porównaj z nieszczelnymi spoinami technologicznymi (NST)), jednakże występują też pęknięcia przebiegające wzdłuż linii prostych. W celu poprawnego odróżnienia pęknięć od NST należy mieć na uwadze układ spoin widoczny podczas identyfikacji na danym odcinku jezdni. W szczególności jako SSP należy traktować regularne spękania niskotemperaturowe.
- (5) Pęknięcia występujące łącznie z innymi cechami (na łacie, wokół wyboju, wzdłuż spoiny technologicznej) należy zaznaczać jako SSP.
- (6) Należy odróżniać odpryski i spękania farby z oznakowania poziomego i nie traktować jako SSP.
- (7) Zarysowań powierzchni na skutek wypadków drogowych oraz uszkodzeń mechanicznych i zabrudzeń nie traktuje się jako SSP.

4.5.6. Cechy nawierzchni podlegające identyfikacji – łaty (LA)

- (1) Przy pomocy parametru LA, czyli łat, należy oznaczać lokalne obszary naprawione przy pomocy nałożenia dodatkowej warstwy asfaltowej (łaty nałożone) lub przy pomocy sfrezowania wierzchniej warstwy nawierzchni i ułożenia nowej (łaty wbudowane). LA oznaczać należy tam, gdzie łata dowolnego typu wchodzi w obszar segmentu.
- (2) Jeśli łata obejmuje szerokość pasa ruchu i ciągnie się nieprzerwanie przez co najmniej 20 m, nie należy zaznaczać LA.
- (3) Fragmentów nawierzchni oddzielonych spoinami technologicznymi, które znajdują się częściowo na identyfikowanym pasie ruchu, nie należy traktować jako łat.
- (4) Zmian nawierzchni związanych z konstrukcją mostów oraz wiaduktów nie traktuje się jako LA.
- (5) Fragmentów nawierzchni związanych z konstrukcją skrzyżowań oraz wjazdów na posesje nie traktuje się jako LA.

4.5.7. Cechy nawierzchni podlegające identyfikacji – wyboje (WYB)

- (1) Przy pomocy parametru WYB, czyli wybojów, kodować należy segmenty, na których występują miejscowe wyboje lub ubytki w warstwach asfaltowych nawierzchni, powstałe na skutek wpływu warunków pogodowych oraz obciążenia ruchem. W ramach parametru WYB nie podlegają identyfikacji uszkodzenia występujące na krawędzi jezdni.
- (2) Nie należy kodować ubytków o średnicy mniejszej niż 5 cm.

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

- (1) Przy pomocy parametru UK, czyli uszkodzeń krawędzi, kodować należy obszary wzdłuż krawędzi jezdni w zakresie do 30 cm, na których występują spękania lub miejscowe ubytki w warstwach asfaltowych nawierzchni.
- (2) Uszkodzenia krawędzi koduje się jedynie w ramach segmentu nr 3 (rys. 4.5.4.3).
- (3) Spękania zakodowane jako uszkodzenia krawędzi są również niezależnie kodowane jako spękania SSP.

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

- (1) Przy pomocy parametru NST należy kodować segmenty, na których występują nieszczelne spoiny technologiczne. Spoiny technologiczne przebiegają z reguły wzdłuż linii prostych, wzdłuż lub w poprzek kierunku jazdy. Ich obecność związana jest z ograniczoną szerokością maszyn układających warstwy asfaltowe podczas budowy drogi (wzdłuż) oraz z przerwami pomiędzy układaniem kolejnych fragmentów nawierzchni (wszerz). Spoiny technologiczne przebiegające wzdłuż kierunku jazdy należy określać posiłkując się zdjęciami pasa drogowego, gdyż często dzielą jezdnię na równe części.
- (2) Szczelnych bądź poprawnie uszczelnionych spoin technologicznych nie należy zaznaczać jako NST.
- (3) Nieszczelne spoiny technologiczne występujące na granicach łat wbudowanych traktuje się jako NST.

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

- (1) SNS jest parametrem wyznaczanym automatycznie na podstawie zakodowanych informacji o spękaniach siatkowych, skupiskach spękań i pęknięciach pojedynczych oraz nieszczelnych spoin technologicznych.
- (2) Występowanie parametru SNS określa się według zasady określonej wzorem (4.5.10.1):

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

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 określa się według zasady określonej wzorem (4.5.11.1):

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

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 podzielone są na wymagania związane z procesem rejestracji materiału zdjęciowego oraz na wymagania związane z identyfikacją uszkodzeń powierzchniowych.

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

- rozdzielczość zdjęcia powierzchni [px/mm] – liczba pikseli, jaka na cyfrowym obrazie odpowiada jednemu milimetrowi,
- szerokość objęta przez zdjęcie powierzchni [%] – wyrażona procentowo szerokość objęta zdjęciem nawierzchni w stosunku do szerokości pasa ruchu,
- długość objęta przez zdjęcie powierzchni [m] – długość fragmentu nawierzchni, który jest widoczny na pojedynczym ustandaryzowanym zdjęciu powierzchni,
- 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,
- 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 metrów pomiaru bez uznania go za niespełniający wymagań,
- procent powtórzeń i nałożeń [%] – maksymalny odsetek fragmentu nawierzchni, który może być niewidoczny na zdjęciach powierzchni lub widoczny w więcej niż jednym miejscu,
- 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,
- częstość wykonywania zdjęć pasa drogowego [m] – określa, co jaką odległość musi być wykonane zdjęcie pasa drogowego,
- dokładność odczytu współrzędnych geograficznych [m] – dokładność, z jaką określane są współrzędne geograficzne skojarzone ze zdjęciami pasa drogowego,
- 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 musi być czysta i sucha, bez zalegającego śniegu i błota pośniegowego i innych zabrudzeń. Dane zebrane na odcinkach dróg, na których występują lokalne, tymczasowe zabrudzenia, np. wyjazd z pola, z budowy, powinny zostać oznaczone przez wykonawcę pomiarów jako dane nieważne.

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

(6) Podczas pomiaru należy zadbać, aby kamera wykonująca fotorejestrację kontrolną była czysta. Owady, pył, krople deszczu itd. nie mogą negatywnie wpływać na możliwość wykorzystania zdjęć do określenia warunków i miejsca wykonania pomiarów. Jakość zdjęcia należy kontrolować podczas jazdy i jeżeli jest to konieczne, przerwać pomiary i kontynuować je dopiero po oczyszczeniu kamery.

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 musi być odpowiednio oznakowane podczas wykonywania pomiaru. Oznakowanie pojazdu pozostaje w gestii wykonawcy pomiarów.

4.5.13. Procedury obliczania wielkości stanu

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

(2) Wielkość stanu dla 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.

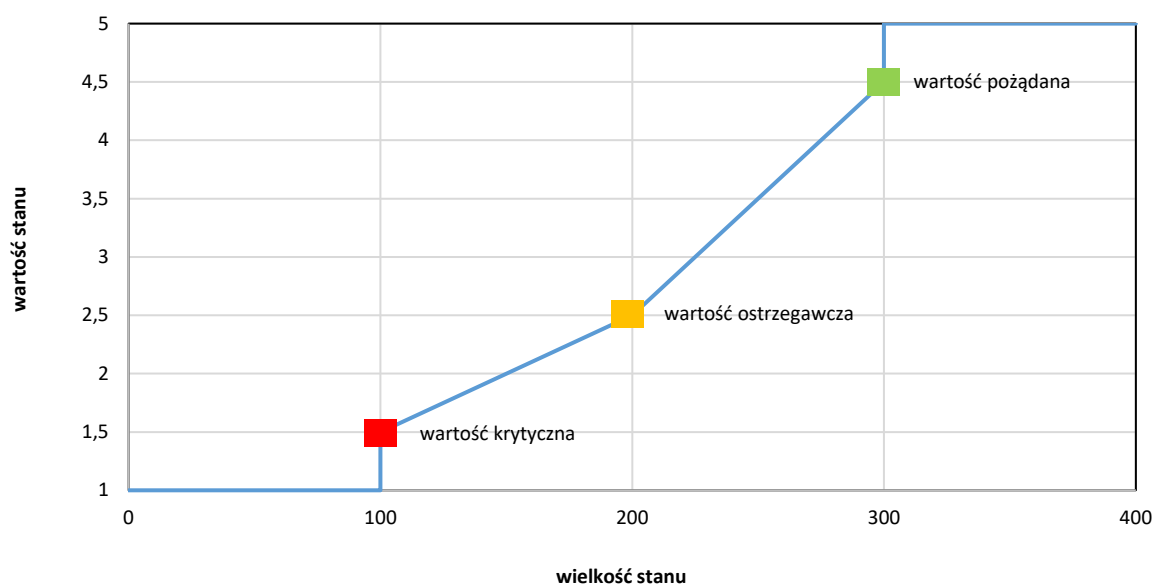
Tab. 4.5.13.1. Parametry uszkodzeń powierzchniowych

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 *)	[%]	SNS	X	X
Uskoki ?		USK	X	X

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

4.6. Procedura obliczania wskaźników stanu

(3) Wartość stanu wyznacza się na podstawie oceny przeprowadzanej według wielkości stanu (rys. 5.2.1).



Rys. 5.2.1. Wartość stanu technicznego nawierzchni

(4) 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.

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

(6) Określa się następujące wskaźniki stanu:

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

(7) Wskaźnik stanu konstrukcji (WSK) i stanu powierzchni (WSP) określa się w sposób odmienny dla nawierzchni asfaltowych i dla nawierzchni betonowych.

(8) Wyróżnia się następujące parametry wielkości stanu:

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

(9) Wielkości stanu otrzymują wartości w zależności od wyników oceny: dla nawierzchni asfaltowych zgodnie z tab. 5.2.1, a dla nawierzchni betonowych zgodnie z tab. 5.2.2.

Tab. 5.2.1. Przypisanie wartości do wyników oceny nawierzchni asfaltowych

Klasa drogi	Wielkość stanu	Jednostka	W_p	W_{ost}	W_{kryt}
Równość podłużna					
GP	$IRI_{\text{śr}}$	[m/km]	2,0	5,9	7,8
GP	IRI_{max}	[m/km]	3,7	10,8	14,4
G	$IRI_{\text{śr}}$	[m/km]	2,6	6,3	8,2
G	IRI_{max}	[m/km]	5,2	11,8	15,4
Z	ORP	[mm]	9	27	36
L, D, place, stanowisk a postojowe	ORP	[mm]	14	30	39
Równość poprzeczna					
GP, G, Z	GK	[mm]	10	20	30
L, D, place, stanowisk a postojowe	GK	[mm]	14	28	32
Właściwości przeciwpółizgowe					
GP, G przy prędkości 60 km/h	WT	[-]	0,36	0,32	0,28
GP, G przy prędkości 30 km/h	WT	[-]	0,44	0,40	0,36
Spękania					
	SNS	[%]	5	20	50
	LIW	[%]	5	20	50

	Nośność				
	D ₀ ¹⁾ (KR0-2)	[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 przyjmować należy percentyl 85% ze zbioru wartości pomierzonych dla odcinka jednorodnego, należy przyjmować większe wartości z pomierzonych. Uwaga: Dla kategorii ruchu KR6 i KR7 wartości wielkości stanu należy określać indywidualnie, np. według DSN.					

Tab. 5.2.2. 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
GP	IRI _{max}	[m/km]	3,7	10,8	14,4
G	IRI _{sr}	[m/km]	2,6	6,3	8,2
G	IRI _{max}	[m/km]	5,2	11,8	15,4
GP, G, Z	ORP	[mm]	9	27	36
L, D, place, stanowisk a postojowe	ORP	[mm]	14	30	39
	Równość poprzeczna				
GP, G, Z	GK	[mm]	10	20	30
L, D, place, stanowisk a postojowe	GK	[mm]	14	28	42
	Właściwości przeciwpoślizgowe				
GP, G przy prędkości 60 km/h	WT	[-]	0,36	0,32	0,28
GP, G przy prędkości 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 ¹⁾ (KR0-2)	[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
	LTE	[%]	80	75	65
¹⁾ jako wartość D ₀ przyjmować należy percentyl 85% ze zbioru wartości pomierzonych dla odcinka jednorodnego, należy przyjmować większe wartości z pomierzonych na środku i krawędzi płyty. Uwaga: Dla kategorii ruchu KR6 i KR7 wartości wielkości stanu należy określać indywidualnie, np. według DSN.					

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

(11) Dla poziomu oceny I według tabeli 4.2.1. WR-D-83-1 zaleca się stosowanie wariantu zalecanego, optymalnego lub wariantu optymalnego uzupełnionego o badanie właściwości przeciwpoślizgowych.

(12) Dla poziomu oceny II według tabeli 4.2.1. WR-D-83-1 zaleca się stosowanie wariantu podstawowego.

(13) Dla poziomu oceny III według tabeli 4.2.1. WR-D-83-1 zaleca się stosowanie wariantu minimalnego.

(14) Wskaźnik stanu użytkowego nawierzchni asfaltowych według wariantu optymalnego uzupełnionego o badanie właściwości przeciwpoślizgowych oblicza się ze wzoru (5.2.1):

$$WS_U = 0,37 \cdot \min(WS_{RP}, WS_{GK}) + 0,63 \cdot WS_{WT} \quad (5.2.1)$$

gdzie:

WS_U – wskaźnik stanu użytkowego,

WS_{RP} – wartość stanu równości podłużnej,

WS_{GK} – wartość stanu głębokości koleiny,

WS_{WT} – wartość stanu współczynnika tarcia.

(15) Wskaźnik stanu użytkowego nawierzchni asfaltowych według wariantu optymalnego i wariantu zalecanego oblicza się ze wzoru (5.2.2):

$$WS_U = \min(WS_{RP}, WS_{GK}) \quad (5.2.2)$$

(16) Wskaźnik stanu użytkowego nawierzchni asfaltowych według wariantu podstawowego oblicza się ze wzoru (5.2.3):

$$WS_U = \min(WS_{RP}, WS_{GK}) \quad (5.2.3)$$

(17) Wskaźnik stanu użytkowego nawierzchni betonowych według wariantu optymalnego uzupełnionego o badanie właściwości przeciwpoślizgowych oblicza się ze wzoru (5.2.4):

$$WS_U = 0,37 \cdot \min(WS_{RP}, WS_{GK}, WS_{USK}) + 0,63 \cdot WS_{WT} \quad (5.2.4)$$

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.

(18) Wskaźnik stanu konstrukcji nawierzchni asfaltowych według wariantu optymalnego uzupełnionego o badanie właściwości przeciwpoślizgowych i wariantu optymalnego oblicza się ze wzoru (5.2.5):

$$WS_K = 0,25 \cdot WS_{SNS} + 0,15 \cdot WS_{LIW} + 0,4 \cdot \min(WS_D, WS_{SCI}) + 0,2 \cdot \min(WS_{GK}, WS_{RP}) \quad (5.2.5)$$

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.

(19) Wskaźnik stanu konstrukcji nawierzchni asfaltowych według wariantu zalecanego oblicza się ze wzoru (5.2.6):

$$WS_K = 0,5 \cdot WS_{SNS} + 0,25 \cdot WS_{LIW} + 0,25 \cdot \min(WS_{GK}, WS_{IRI}) \quad (5.2.6)$$

(20) Wskaźnik stanu konstrukcji nawierzchni betonowych według wariantu optymalnego uzupełnionego o badanie właściwości przeciwpoślizgowych oblicza się ze wzoru (5.2.7):

$$WS_K = 0,25 \cdot WS_{SNS} + 0,5 \cdot \min(WS_D, WS_{LTE}) + 0,25 \cdot \min(WS_{RP}, WS_{GK}, WS_{USK}) \quad (5.2.7)$$

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 uskołu płyt.

(21) Wskaźnik stanu powierzchni nawierzchni asfaltowych według wariantu optymalnego uzupełnionego o badanie właściwości przeciwpoślizgowych i wariantu optymalnego oblicza się ze wzoru (5.2.8):

$$WS_P = 0,25 \cdot \min(WS_{RP}, WS_{GK}) + 0,5 \cdot WS_{SNS} + 0,25 \cdot WS_{LIW} \quad (5.2.8)$$

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.

(22) Wskaźnik stanu powierzchni nawierzchni betonowych według wariantu optymalnego uzupełnionego o badanie właściwości przeciwpoślizgowych oblicza się ze wzoru (5.2.9):

$$WS_P = 0,35 \cdot \min(WS_{RP}, WS_{GK}, WS_{USK}) + 0,65 \cdot WS_{SNS} \quad (5.2.9)$$

gdzie:

WS_P – wskaźnik stanu powierzchni,

WS_{RP} – wartość stanu równości podłużnej,

WS_{GK} – wartość stanu głębokości nierówności poprzecznej,

WS_{USK} – wartość stanu uskołu płyt,

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

(23) Wskaźnik oceny ogólnej oblicza się ze wzoru (5.2.10):

$$WOG = \min(WS_U, WS_K, WS_P) \quad (5.2.10)$$

gdzie:

WOG – wskaźnik oceny ogólnej,

WS_U – wskaźnik stanu użytkowego,

WS_K – wskaźnik stanu konstrukcji,

WS_P – wskaźnik stanu powierzchni.

(24) Projektowanie zabiegów remontowych powinno być dokonane na podstawie oceny stanu nawierzchni drogowej zgodnie z kryteriami podanymi w tab. 5.2.3. Punktacja określająca wartość stanu służy do wyznaczenia klasy technicznej stanu nawierzchni, na podstawie której to klasy podejmuje się decyzję o rodzaju i zakresie zabiegu remontowego.

4.7. Stan 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 muszą być spełnione wszystkie wymienione w niniejszym dokumencie wymagania.

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

4.7.2. Metodologia badań i technika pomiarowa

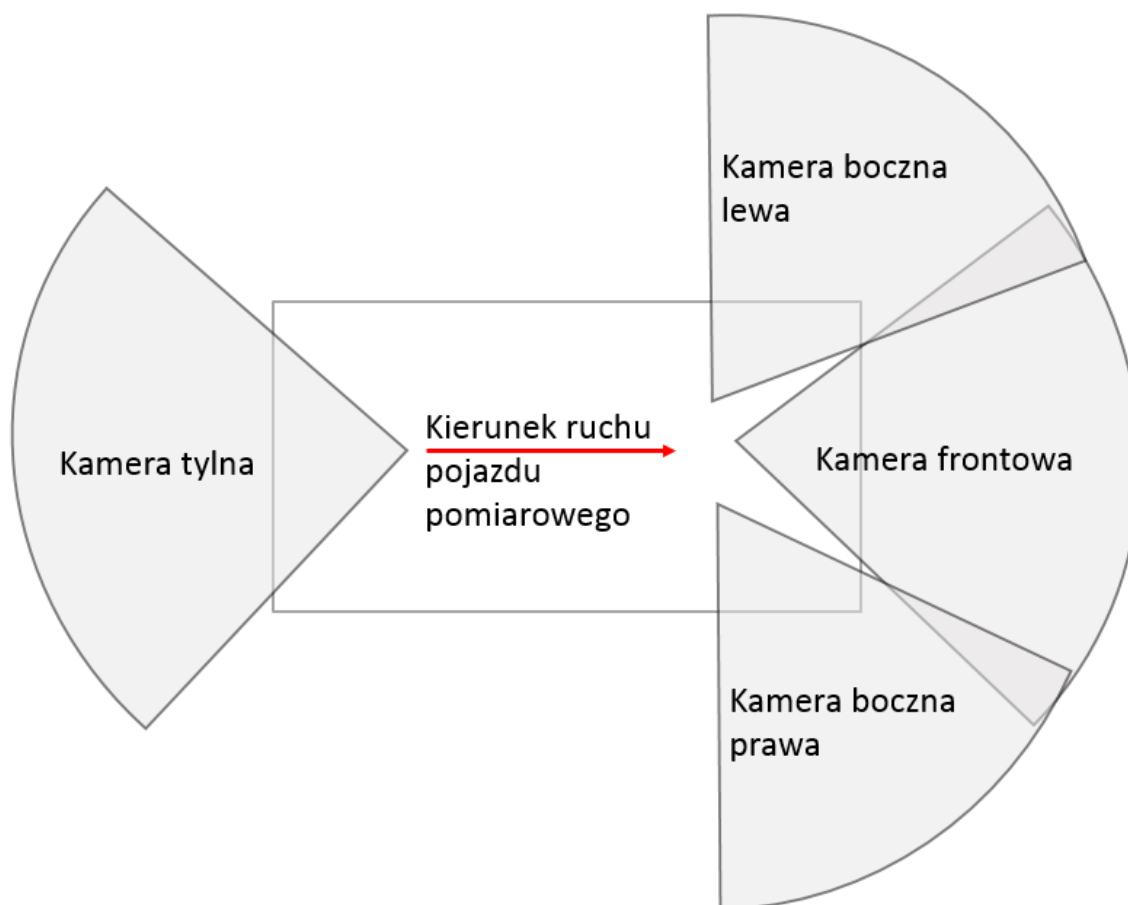
(1) Fotorejestracja pasa drogowego wykonywana jest z wykorzystaniem pojazdu pomiarowego poruszającego się w normalnym ruchu, na którym zamocowane są 4 kamery rejestrujące zdjęcia pasa drogowego z następujących ujęć:

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

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

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

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



Rys. 4.6.2.1. Schemat rozmieszczenia i kątów widzenia kamer



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

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

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

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



Rys. 4.6.2.3. Przykład obrazu z kamery tylnej

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

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

(10) Jeżeli zamawiający nie zdecyduje inaczej, pomiary zarówno na drogach jedno – jak i dwujezdniowych muszą być wykonane na prawym zewnętrznym pasie ruchu, w kierunku zgodnym z kierunkiem ruchu.

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

(12) Podczas pomiarów, lokalizacja danych pomiarowych odbywa się wyłącznie za pomocą przypisania wyników do metra bieżącego pomiaru oraz do współrzędnych geograficznych punktów określających tor przejazdu pojazdu pomiarowego. Przypisanie pomiarów do lokalizacji geograficznych następuje poprzez zapisanie ich w plikach z geograficznymi danymi elementarnymi. W pliku z geograficznymi danymi elementarnymi są również informacje dodatkowe, takie jak:

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

4.7.3. Wymagania jakościowe dla fotorejestracji pasa drogowego

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

- a) częstość wykonania zdjęć pasa drogowego [m] – określa, co jaką odległość muszą być wykonywane zdjęcia pasa drogowego,
- b) dokładność lokalizacji współrzędnych geograficznych [m] – dokładność, z jaką określane są współrzędne geograficzne skojarzone ze zdjęciami pasa drogowego,

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

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

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

(4) Podczas pomiaru powierzchnia jezdni musi być czysta i sucha, na jezdni i poboczach nie mogą znajdować się kałuże i błoto pośniegowe. Dane zebrane na odcinkach dróg, na których występują lokalne, tymczasowe zabrudzenia, np. wyjazd z pola, z budowy, powinny zostać oznaczone przez wykonawcę pomiarów jako dane nieważne.

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

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

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

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

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

- (8) Zdjęcia ze wszystkich kamer muszą mieć tę samą temperaturę barwową.
- (9) Optyka kamer musi być dostrojona w taki sposób, aby fotografia była ostra i cechowała się dużym kontrastem. Na zdjęciach nie może występować efekt rozmycia. Jakość zdjęć z kamery frontowej i tylnej musi pozwalać na detekcję łat i spēkań. Oznakowanie pionowe musi być dobrze widoczne na zdjęciach ze wszystkich kamer.
- (10) Zdjęcia muszą być równomiernie doświetlone. Na zdjęciach nie mogą występować prześwietlone i niedoświetlone obszary, jak również nie mogą być widoczne refleksy świetlne (np. pochodzące od słońca).
- (11) Kontrola ekspozycji systemu kamery musi gwarantować, że nagłe zmiany w oświetleniu otoczenia (np. przejazd przez aleję drzew, pomiędzy budynkami) nie spowodują nadmiernego niedoświetlenia lub prześwietlenia obrazów. Pełne dostrojenie ekspozycji musi nastąpić na odcinku nie dłuższym niż 10 metrów.
- (12) Podczas pomiarów należy zadbać o to, aby jakość obrazu nie była zakłócana przez zabrudzenie kamer (insekty, kurz, krople deszczu itp.). Czystość kamer należy kontrolować w czasie pomiarów i jeśli to konieczne, zatrzymać pomiar i wyczyścić obiektywy kamer.
- (13) Wykonawca pomiarów zobowiązany jest do zapewnienia bezpieczeństwa podczas wykonywania pomiarów. Urządzenie pomiarowe musi być odpowiednio oznakowane podczas wykonywania pomiaru. Oznakowanie pojazdu pozostaje w gestii wykonawcy pomiarów.

4.8. Kontrola stanu technicznego dróg na podstawie oceny wizualnej

- (1) Ocena wizualna służy do określenia uszkodzeń powierzchniowych nawierzchni drogowych (nawierzchni jezdni, dróg dla pieszych, dróg dla rowerów lub dróg dla pieszych i rowerów, zatok przystankowych i stanowisk postojowych), stanu poboczy oraz stanu odwodnienia.
- (2) Przed przystąpieniem do oceny wizualnej drogi należy ją podzielić na inwentaryzowane odcinki ze względu na rodzaj i intensywność występowania uszkodzeń. Ocenę należy wykonywać oddzielnie dla poszczególnych elementów drogi.

4.8.1. Kontrola stanu technicznego nawierzchni asfaltowych

- (1) Jakość nawierzchni asfaltowych należy oceniać wizualnie na podstawie siedmiu rodzajów podstawowych uszkodzeń:
- pęknięcia siatkowe – wzajemnie przecinające się, nieregularnie rozmieszczone, poprzeczne, podłużne i ukośne pęknięcia warstwy bitumicznej, dzielące jej powierzchnię na wieloboki,
 - pęknięcia pojedyncze – przebiegające prosto lub krzywoliniowo pojedyncze pęknięcia warstwy asfaltowej o kierunku równoległym, prostopadłym, ukośnym do osi jezdni lub nieregularnym, w tym również nieszczelne spoiny technologiczne,
 - wyboje i łaty – miejsca nawierzchni, gdzie występuje ubytek mieszanki mineralno-asfaltowej warstwy jezdni na głębokość większą niż grubość warstwy ścieralnej oraz miejsca nawierzchni, na których dokonano wymiany fragmentu nawierzchni, uzupełnienia ubytków, wypełnienia zapadnięć lub naprawy wybojów,
 - 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:
- posiadające dwa wymiary: podłużny i poprzeczny (pęknięcia siatkowe, deformacje trwałe, łaty, ubytki),
 - posiadające jeden wymiar: albo podłużny albo poprzeczny (pęknięcia pojedyncze),
 - bezwymiarowe (wyboje).
- (3) Wymiar podłużny uszkodzenia (długość) określa się (z dokładnością do 1 m) od początku do końca uszkodzenia. Wymiar poprzeczny uszkodzenia jest równy:
- szerokości ocenianego pasa ruchu w metrach w przypadku jeżeli szerokość uszkodzenia przekracza połowę szerokości pasa ruchu,
 - połowie szerokości ocenianego pasa ruchu jeżeli szerokość uszkodzenia jest mniejsza niż połowa szerokości pasa ruchu.
- (4) Zakres poszczególnych rodzajów uszkodzeń obliczany jest według następujących zasad:

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

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

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

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

4.8.2. Kontrola stanu technicznego nawierzchni betonowych

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

- a) deformacje trwałe – (nierówności poprzeczne) i odkształcenia (uskoki) w przekroju poprzecznym nawierzchni,
- b) pęknięcia pojedyncze - rozdzielanie się struktury płyty na całej lub częściowej jej grubości tworzące dwie płaszczyzny, przebiegające równoległe, prostopadłe lub skośnie do osi jezdni (kierunku jazdy),
- c) pęknięcia blokowe – rozdzielanie się struktury płyty na całej jej grubości tworząc dwie lub więcej płaszczyzn, przebiegające prostopadłe 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, odłamanie 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 w przypadku jeżeli szerokość uszkodzenia przekracza połowę szerokości pasa ruchu,
- b) połowie szerokości ocenianego pasa ruchu jeżeli szerokość uszkodzenia jest mniejsza niż połowa szerokości pasa ruchu.

- (4) Zakres poszczególnych rodzajów uszkodzeń obliczany jest według następujących zasad:
- a) powierzchnię pęknięć blokowych, deformacji trwałych, łat oraz uszkodzeń powierzchni określa się przemnażając wymiar podłużny przez wymiar poprzeczny,
 - b) powierzchnia uszkodzeń w postaci wybojów jest obliczana w jednostkach powierzchni (m^2) jako iloczyn liczby wybojów i współczynnika 0,3,
 - c) zakres uszkodzeń w postaci pojedynczych pęknięć podłużnych i obliczany jest jako powierzchnia (m^2) będąca iloczynem długości pęknięcia i współczynnika 1,0,
 - d) zakres uszkodzeń w postaci pęknięć poprzecznych, skośnych i nieregularnych obliczany jest jako powierzchnia (m^2) równa:
 - iloczynowi współczynnika 1,0 i szerokości ocenianego pasa, w przypadku jeżeli długość pęknięcia przekracza połowę szerokości pasa ruchu,
 - iloczynowi współczynnika 1,0 i połowy szerokości ocenianego pasa i w przypadku jeżeli długość pęknięcia nie przekracza połowy szerokości pasa ruchu.
- (5) Przy wyznaczaniu oceny należy brać pod uwagę następujące zasady zmian zakresu uszkodzeń:
- a) na obszarze objętym pęknięciami blokowymi o dużej szerokości nie uwzględnia się innych uszkodzeń,
 - b) na obszarze objętym pęknięciami blokowymi o małej szerokości wszystkie inne uszkodzenia o dużej szerokości uwzględniane są jak uszkodzenia o małej szerokości.
- (6) Zakres uszkodzeń obliczany jest dla odcinków o długości 100 m. Wskaźnik uszkodzeń wyrażony w % oblicza się jako stosunek sumarycznego uszkodzenia wyrażonego w m^2 , obliczonego od wszystkich rodzajów uszkodzeń do powierzchni odcinka obliczeniowego o długości 100 m.

4.8.3. Kontrola stanu technicznego poboczy

- (1) Ocenę stanu poboczy o nawierzchni twardej przeprowadza się według zasad określonych dla odpowiedniego rodzaju nawierzchni jezdni dla III poziomu oceny diagnostycznej (podrozdział 5.3 w WR-D-83-1).
- (2) W przypadku oceny poboczy o nawierzchni gruntowej inwentaryzacja polega na wskazaniu lokalizacji odcinków drogi z różnicą uskoju pomiędzy powierzchnią jezdni a poboczem. W trakcie przeprowadzania inwentaryzacji odcinki dróg należy kwalifikować zgodnie z tab. 6.1.1 w WR-D-83-1.

4.8.4. Kontrola stanu technicznego urządzeń do odwodnienia

- (1) W przypadku oceny odwodnienia inwentaryzacja polega na wskazaniu lokalizacji odcinków drogi z występującymi uszkodzeniami, niedrożnością urządzeń do odwodnienia.
- (2) W przypadku wystąpienia, chociaż jednego niedrożnego przepustu na ocenianym odcinku 100 metrowym, całemu odcinkowi przypisuje się stan zły.
- (3) W przypadku oceny przepustu oprócz wysokości zamulenia przekroju przepustu należy również rozpatrywać ograniczenie światła przepustu. Kryteria oceny dotyczące procentowego ograniczenia światła przepustu należy przyjąć analogicznie do kryteriów zamulenie wysokości przekroju przepustu, tj.:
- a) stan dobry – nowe lub oczyszczone elementy bez widocznego ograniczenia światła przepustu,
 - b) stan zadowalający – ograniczenie światła przepustu do 15%,
 - c) stan niezadowalający – ograniczenie światła przepustu do 30%,
 - d) stan zły – ograniczenie światła przepustu powyżej 30%.
- (4) W trakcie przeprowadzania inwentaryzacji odcinków dróg oceniane elementy należy kwalifikować zgodnie z tab. 6.2.1 w WR-D-83-1.

4.8.5. Kontrola stanu technicznego dróg dla pieszych, dróg dla rowerów lub dróg dla pieszych i rowerów

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

5. Klasyfikacja uszkodzeń nawierzchni

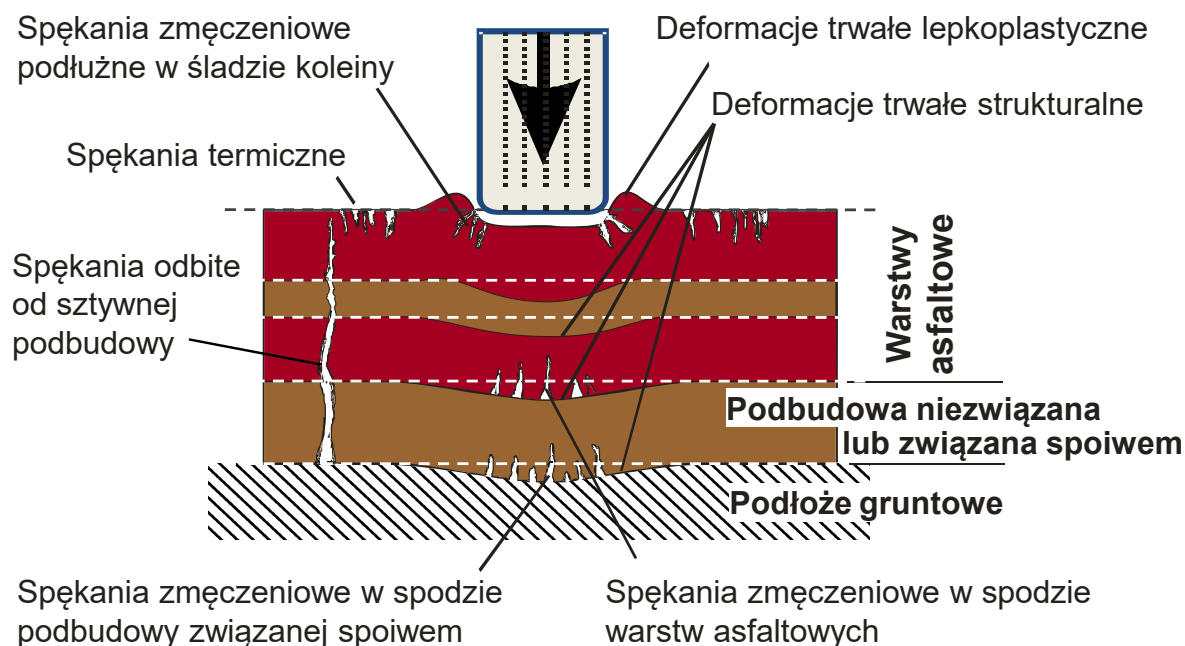
5.1. Klasyfikacja uszkodzeń nawierzchni asfaltowych

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

Tab. 5.1.1. Klasyfikacja podstawowa uszkodzeń nawierzchni asfaltowych

Deformacje trwałe	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. 5.1.1 przedstawiono schemat poszczególnych uszkodzeń nawierzchni asfaltowej ze wskazaniem miejsca ich występowania.



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

5.1.1. Deformacje trwałe

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

- a) nierówności poprzeczne lepkoplastyczne – deformacja warstwy ścieralnej lub/i wiążącej (rys. 5.1.1.1),

- b) nierówności poprzeczne strukturalne – deformacja podbudowy, lub podłoża powodujące w konsekwencji deformację również wyższych warstw (rys. 5.1.1.2),
- c) sfalowania/deformacje inne – np. deformacje w postaci odcisków (rys. 5.1.1.3).

(2) Przyczyny przewidywane:

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

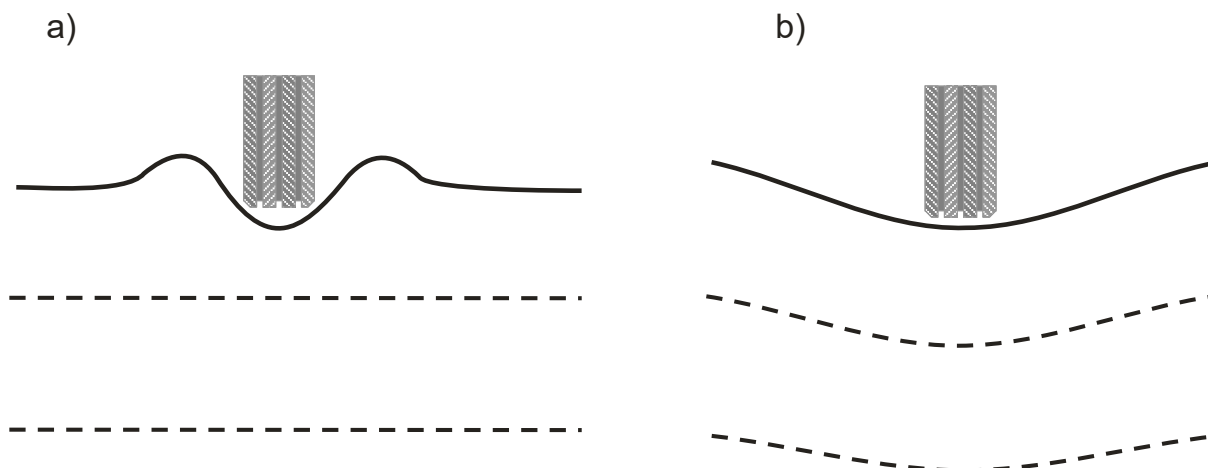
(3) Przyczyny nieplanowane:

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

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



Rys. 5.1.1.1. Nierówności poprzeczne lepkoplastyczne



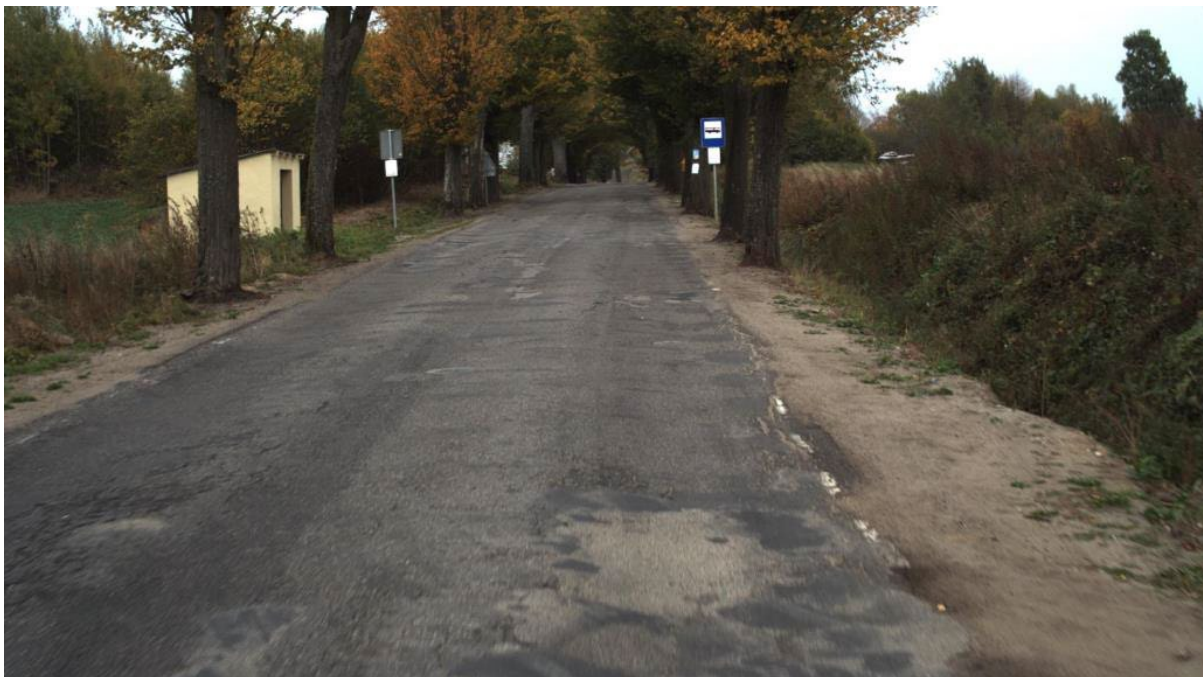
Rys. 5.1.1.2. Kształt nierówności poprzecznej: a) lepkoplastycznej; b) strukturalnej



Rys. 5.1.1.3. Deformacje trwałe – odciski



Rys. 5.1.1.4. Stan niezadowalający: widoczna deformacja w śladzie prawego koła – uszkodzenia zajmujące powyżej 10% powierzchni [6]



Rys. 5.1.1.5. Stan zły: liczne uszkodzenia zajmujące powyżej 50% powierzchni - nawierzchnia mocno skoleinowana [6]

5.1.2. Spękania

(1) Spękania nawierzchni asfaltowych dzielą się na:

- a) zmęczeniowe, w tym:
 - podłużne w śladzie nierówności poprzecznej (pojedyncze)/w krawędzi śladu opony (rys. 5.1.2.6 i 5.1.2.7),
 - siatkowe (rys. 5.1.2.1, 5.1.2.2, 5.1.2.3, 5.1.2.4 i 5.1.2.5),
- b) termiczne (pojedyncze), w tym:
 - niskotemperaturowe poprzeczne (pojedyncze) (rys. 5.1.2.8),
 - niskotemperaturowe w połączeniu technologicznym (rys. 5.1.2.11),
 - termiczne zmęczeniowe (blokowe) (rys. 5.1.2.12 i 5.1.2.13),
- c) odbite (pojedyncze), w tym:
 - poprzeczne (przy dobrym podparciu krawędzi płyt
 - poprzeczne (przy braku podparcia krawędzi płyt),
 - podłużne (rys. 5.1.2.1).

(2) Przyczyny przewidywane:

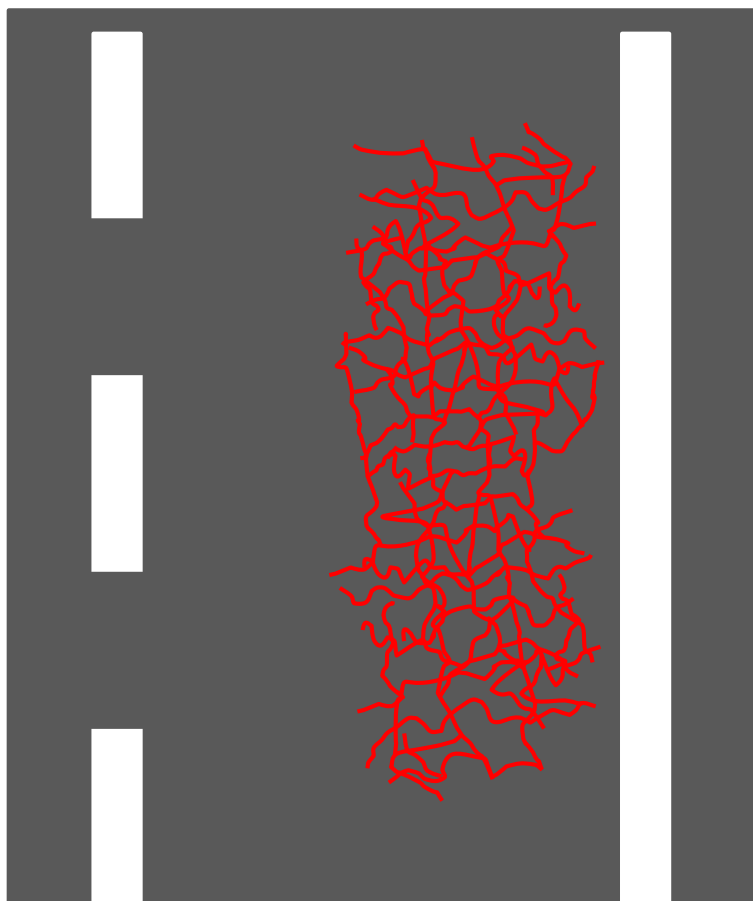
- a) oddziaływanie obciążeń od ruchu samochodów ciężarowych oraz obciążeń termicznych o charakterze zmęczeniowym,
- b) oddziaływanie niskiej temperatury.

(3) Przyczyny nieplanowane:

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

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

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



Rys. 5.1.2.1. Schemat spękania siatkowego zmęczeniowego od obciążenia ruchem



Rys. 5.1.2.2. Stan niezadowalający: skupiska spękań siatkowych zajmujące do 15% powierzchni [6]



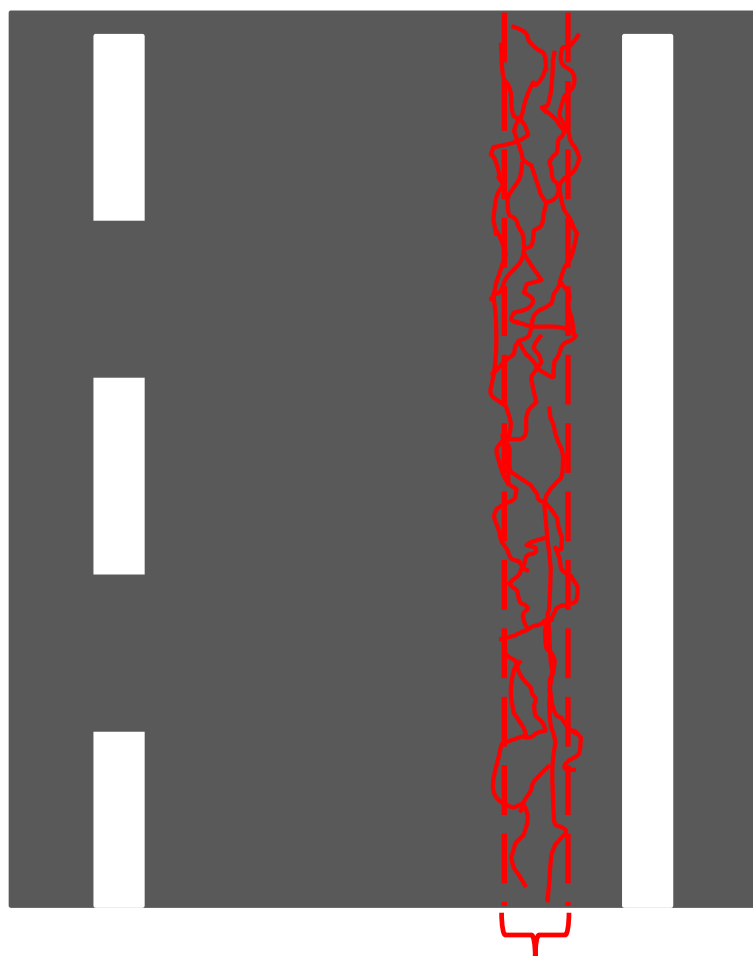
Rys. 5.1.2.3. Stan zły: spękania siatkowe i skupiska spękań zajmujące ponad 50% powierzchni [6]



Rys. 5.1.2.4. Stan zły: spękania siatkowe zajmujące ponad 50% powierzchni [6]



Rys. 5.1.2.5. Przykład spękania zmęczeniowego przy połączeniu technologicznym

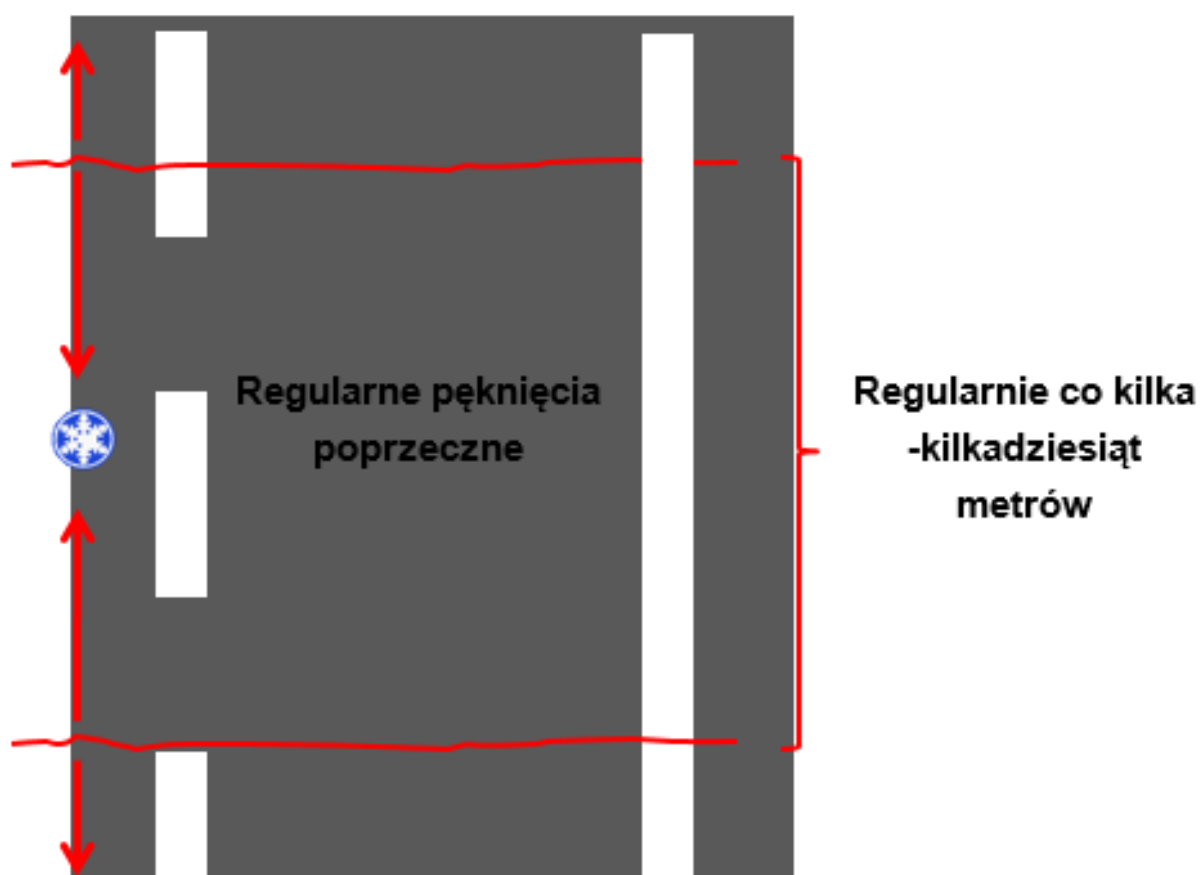


Koleina

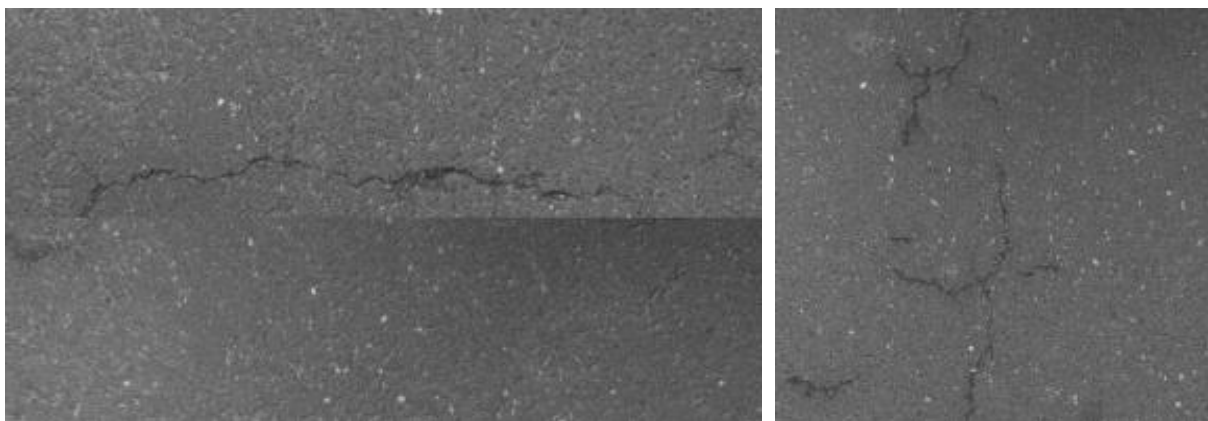
Rys. 5.1.2.6. Schemat spękań zmęczeniowych podłużnych (w śladzie nierówności poprzecznej)



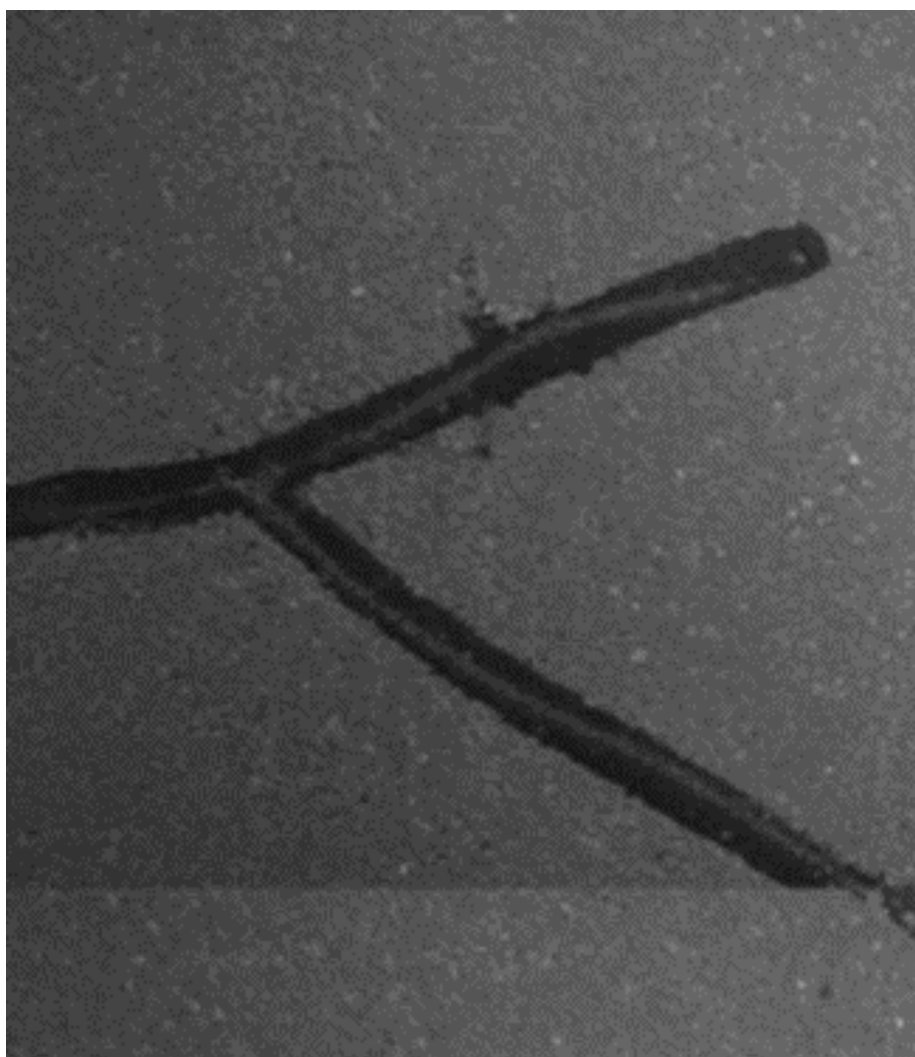
Rys. 5.1.2.7. Spękania zmęczeniowe podłużne (w śladzie nierówności poprzecznej)



Rys. 5.1.2.8. Schemat pęknięć termicznych pojedynczych poprzecznych [6]



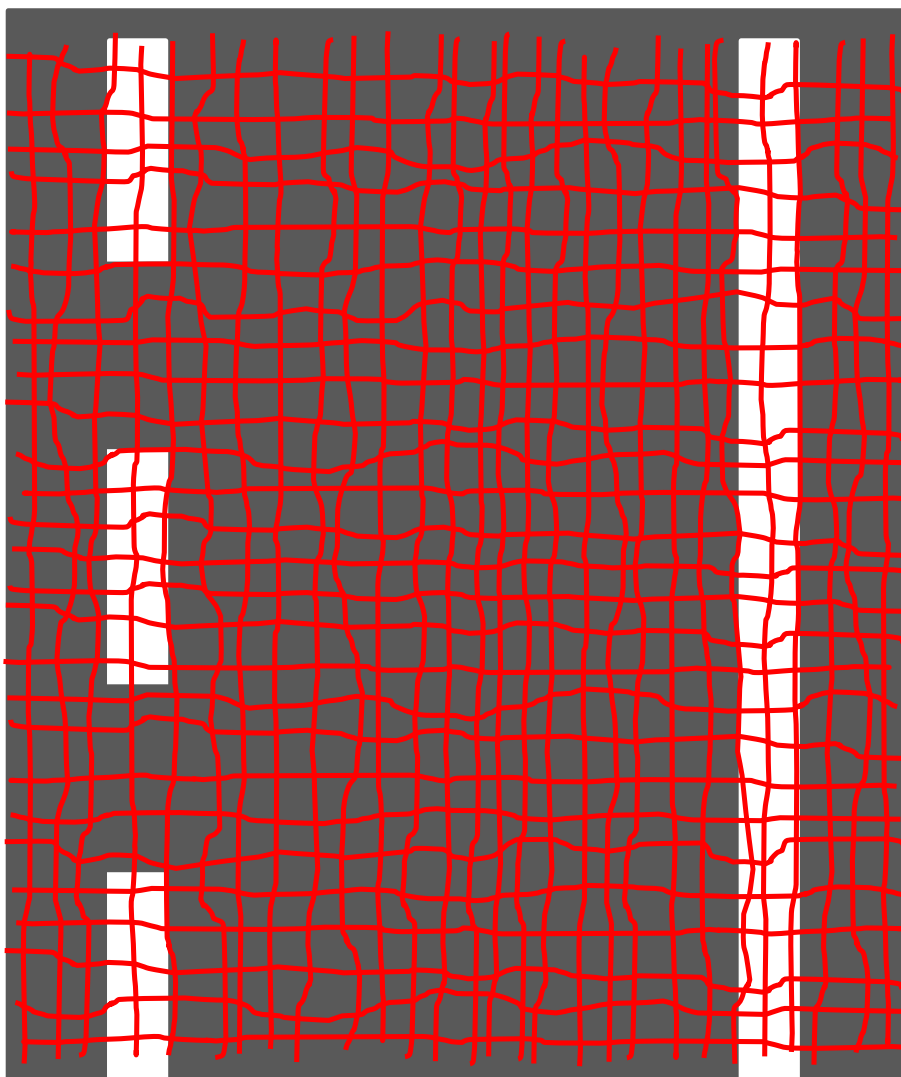
Rys. .5.1.2.9. Spękania termiczne [6]



Rys. 5.1.2.10. Pęknięcie termiczne naprawione [6]



Rys. 5.1.2.11. Spękanie termiczne pojedyncze w połączeniu technologicznym [6]



Rys. 5.1.2.12. Schemat spękań termicznych zmęczeniowych (blokowych)



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

5.1.3. Uszkodzenia powierzchniowe

(1) Uszkodzenia powierzchniowe nawierzchni asfaltowych dzielą się na:

- a) ubytki ziaren kruszywa i lepiszcza oraz mieszanki mineralno-asfaltowej (wypadanie pojedynczych ziaren lub ubytek mieszanki z warstwy ścieralnej bez naruszania warstw niżej leżących) (rys. 5.1.3.1),
- b) wypolerowanie ziaren kruszywa,
- c) łaty i wyboje (ubytek nawierzchni na głębokość większą niż grubość warstwy ścieralnej oraz miejsca wymiany lub uzupełnienia nawierzchni) (rys. 5.1.3.2, 5.1.3.3, 5.1.3.4, 5.1.3.5, 5.1.3.6 i 5.1.3.7),
- d) wypływ (plamy) lepiszcza (rys. 5.1.3.8 i 5.1.3.9) – tzw. przebitumowania.

(2) Przyczyny przewidywane:

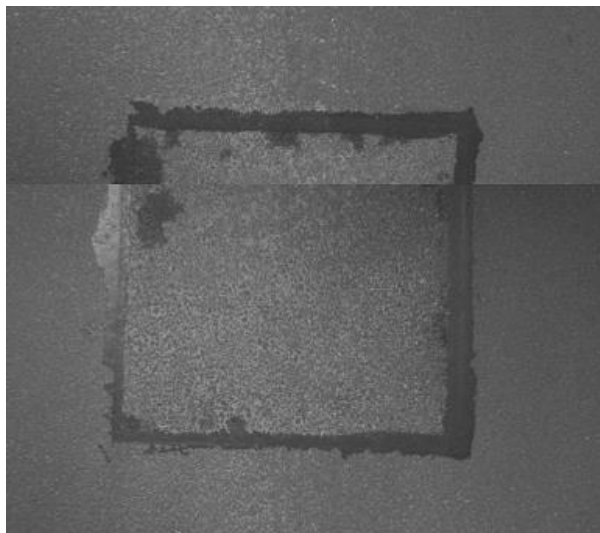
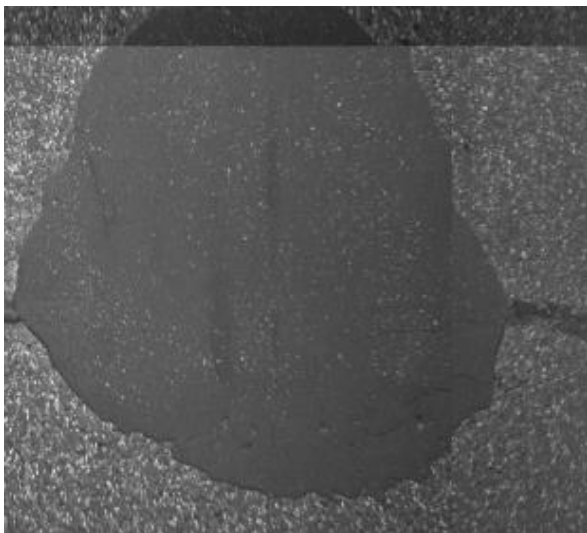
- a) oddziaływanie obciążeń od ruchu o charakterze ścinającym (ścieranie, polerowanie, wyrywanie ziaren kruszywa),
- b) oddziaływanie obciążeń od ruchu o charakterze zmęczeniowym (np. wyboje spowodowane odspojeniem mieszanki mineralno-asfaltowej w rejonie siatkowych spękań zmęczeniowych),
- c) oddziaływanie niskiej temperatury w powiązaniu z działaniem wód opadowych (np. wyboje).

(3) Przyczyny nieplanowane:

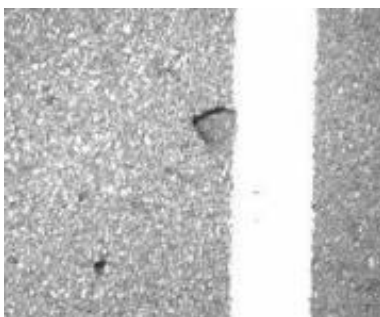
- a) ubytki ziaren kruszywa i lepiszcza spowodowane nieodpowiednią adhezją pomiędzy kruszywem i lepiszczem (np. zapylenie kruszywa, kwasowość kruszywa),
- b) wypływy lepiszcza związane np. z zastosowaniem zbyt dużej zawartości lepiszcza w mieszance mineralno-asfaltowej,
- c) błędy wykonawcze łat (np. nieodpowiednie osuszenie naprawianego ubytku, zastosowanie nieodpowiedniej mieszanki mineralno-asfaltowej do wykonania łaty, nieodpowiednie zagęszczenie mieszanki mineralno-asfaltowej).



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



Rys. 5.1.3.2. Łaty: o nieregularnym i regularnym kształcie [6]



Rys. 5.1.3.3. Przykłady wybojów [6]



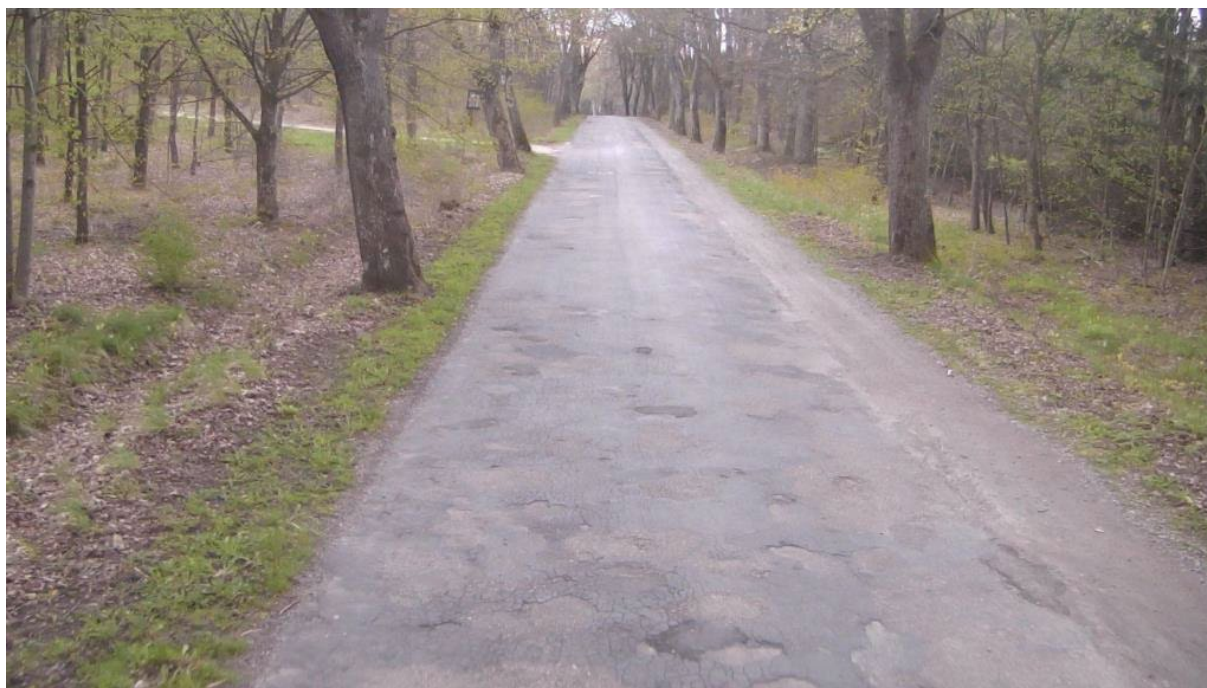
Rys. 5.1.3.4. Stan niezadowalający: łaty zajmujące do 20% powierzchni [6]



Rys. 5.1.3.5. Stan niezadowalający: łaty zajmujące do 20% powierzchni [6]



Rys. 5.1.3.6. Stan niezadowalający: łaty oraz spękania zajmujące do 20% powierzchni [6]



Rys. 5.1.3.7. Stan zły: liczne wyboje – powyżej 50% powierzchni [6]



Rys. 5.1.3.8. Wypływ (plamy) lepiszcza



Rys. 5.1.3.9. Wpływ (plamy) lepiszcza

5.2. Klasyfikacja uszkodzeń nawierzchni betonowych

(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.

(2) Listę typowych uszkodzeń nawierzchni betonowych wraz z podaniem ich intensywności oraz technologii proponowanych zabiegów remontowych zestawiono w WR-D-83-1 tab. 7.2.1.

5.2.1. Deformacje trwałe

Nierówności poprzeczne

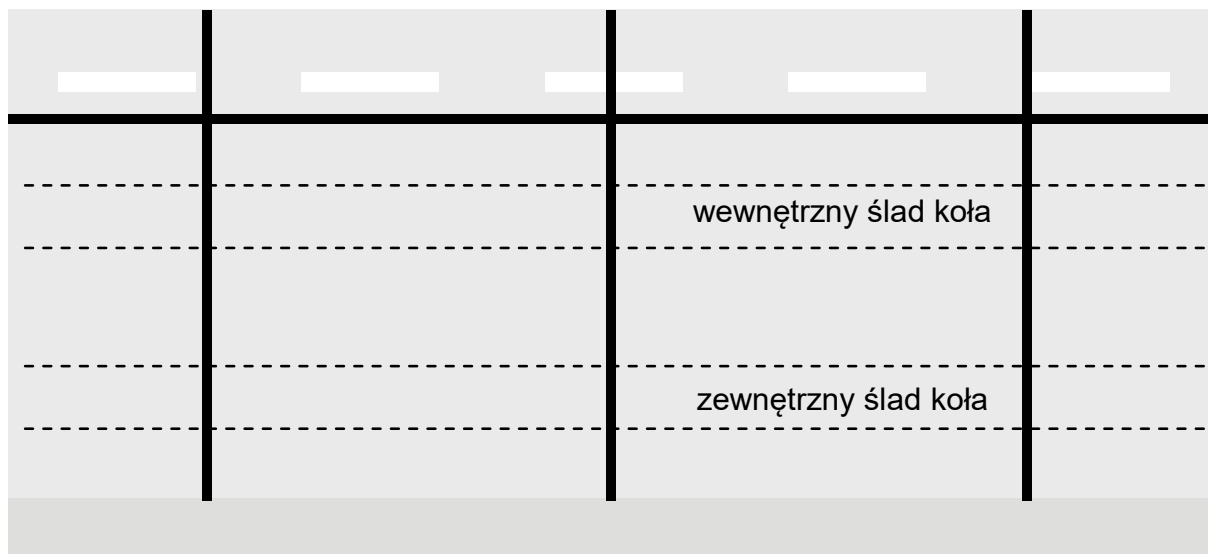
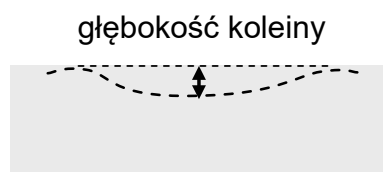
(1) Ubytki nawierzchni w obrębie górnej warstwy nawierzchni, spowodowane ścieraniem (rys. 5.2.1.1 i 5.2.1.2). Identyfikowane w przekroju poprzecznym w wewnętrznym i zewnętrznym śladzie koła w kierunku prostopadłym do osi jezdni (kierunku jazdy) w zakresie długości fali równości i megatekstury.

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

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



Rys. 5.2.1.1. Widok poprzecznych deformacji trwałych



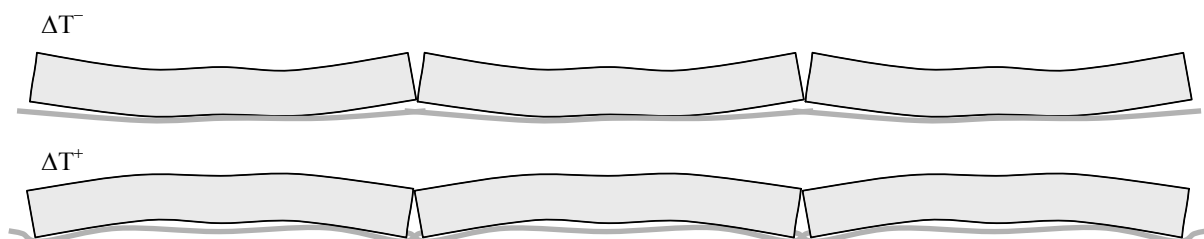
Rys. 5.2.1.2. Schemat poprzecznych deformacji trwałych

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. 5.2.1.3).

(5) Przyczyny nieplanowane:

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



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

Podłużne na długości płyty (paczanie)

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

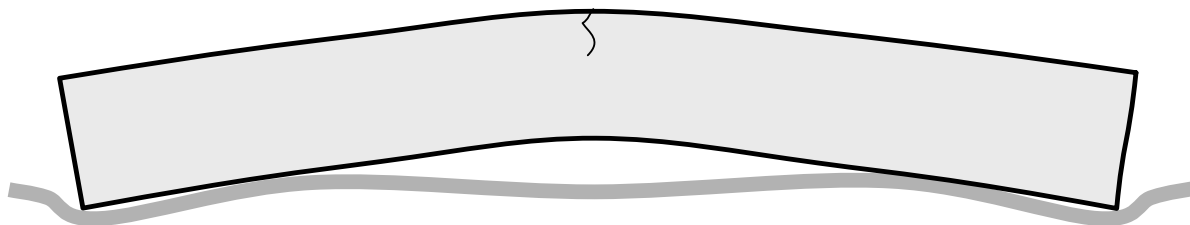
(7) Przyczyny przewidywane: brak

(8) Przyczyny nieplanowane:

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



Rys. 5.2.1.4. Widok deformacji podłużnych na długości płyty



Rys. 5.2.1.5. Schemat deformacji podłużnych na długości płyty

Uskoki w szczelinach lub pęknięciach płyt

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

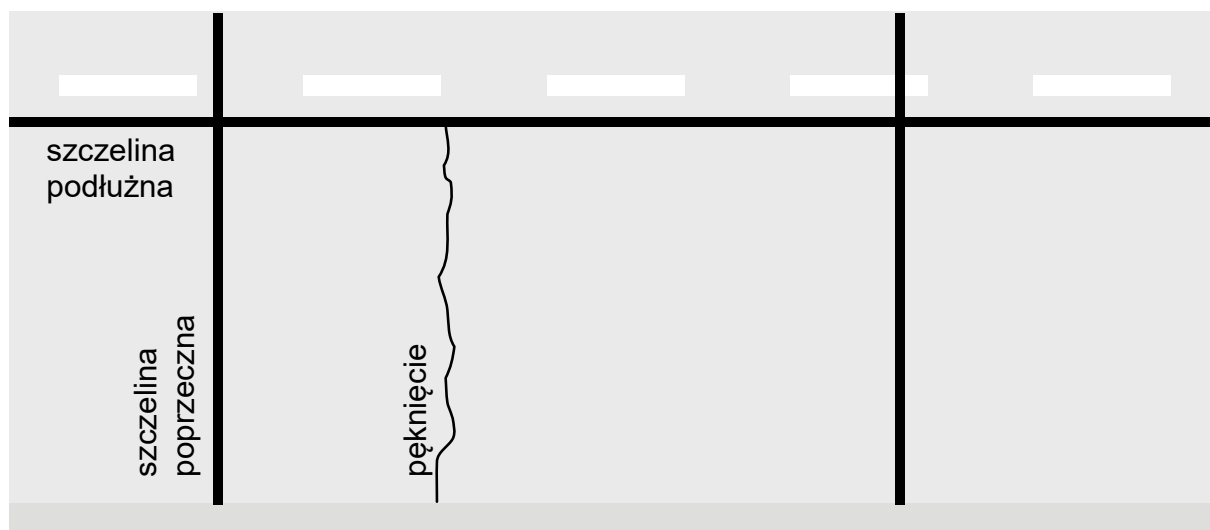
(10) Przyczyny przewidywane: degradacja podłoża lub podbudowy spowodowana np. niewłaściwym utrzymaniem szczelin dylatacyjnych.

(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



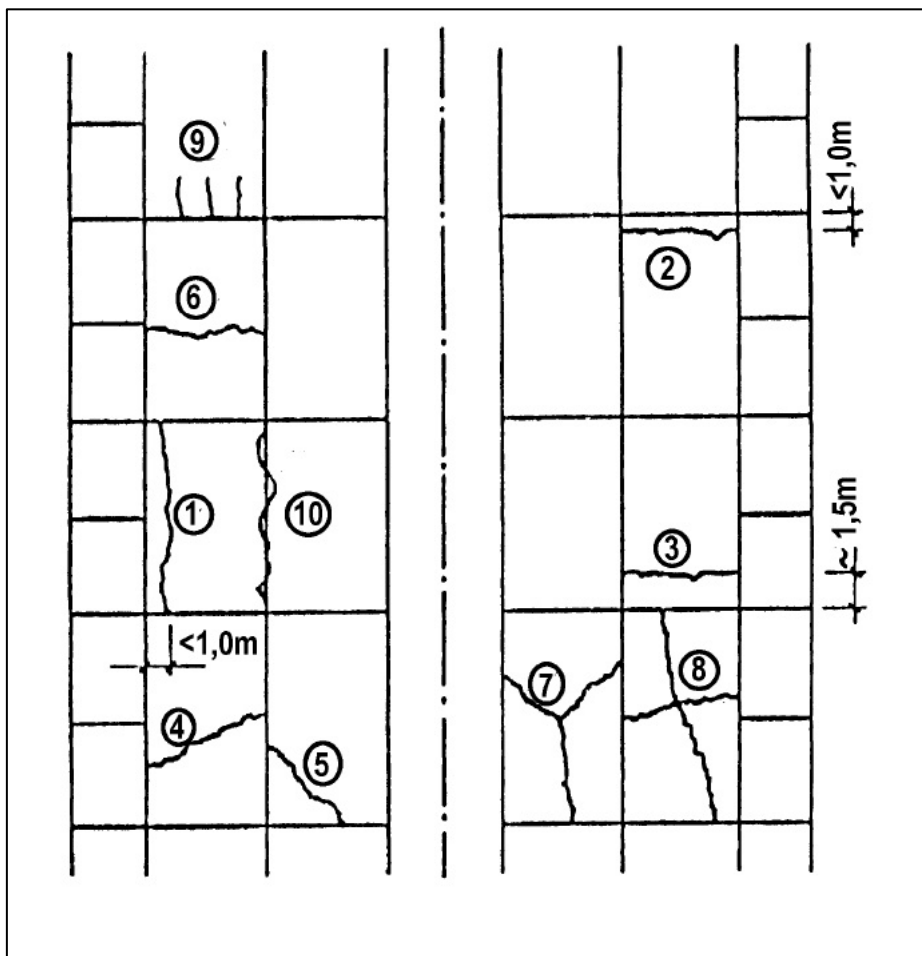
Rys. 5.2.1.6. Widok uskoków płyt



Rys. 5.2.1.7. Schemat uskoków płyt

5.2.2. Pęknięcia

Ogólna klasyfikacja pęknięć



Typowe przypadki spękań nawierzchni z betonu cementowego:

- (1) podłużne w odległości do 1 m od krawędzi płyty,
- (2) poprzeczne w odległości do 1 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 – tzw. odłamanie naroża,
- (6) poprzeczne w środku płyty,
- (7) rozchodzące się w środku płyty,
- (8) krzyżowe w środku płyty,
- (9) przykrawędziowe krótkie, np. związane z awarią w obrębie dybli/tłączenia płyt,
- (10) podłużne wzdłuż krawędzi płyty

Sposoby naprawy poszczególnych pęknięć w zależności od intensywności podano w WR-D-83-3 w rozdz. 5.1.

Pęknięcia pojedyncze podłużne i ukośne

- (1) Rozdzielenie się struktury płyty na całej lub częściowej jej grubości tworząc dwie płaszczyzny, przebiegające wzdłuż dłuższego boku płyty, najczęściej równoległe/ukośne do osi jezdni (kierunku jazdy), wzdłuż krawędzi (rys. 5.2.2.1, 5.2.2.2 i 5.2.2.3).
- (2) Przyczyny przewidywane: oddziaływanie obciążenia lub temperatury o charakterze zmęczeniowym.
- (3) Przyczyny nieplanowane:

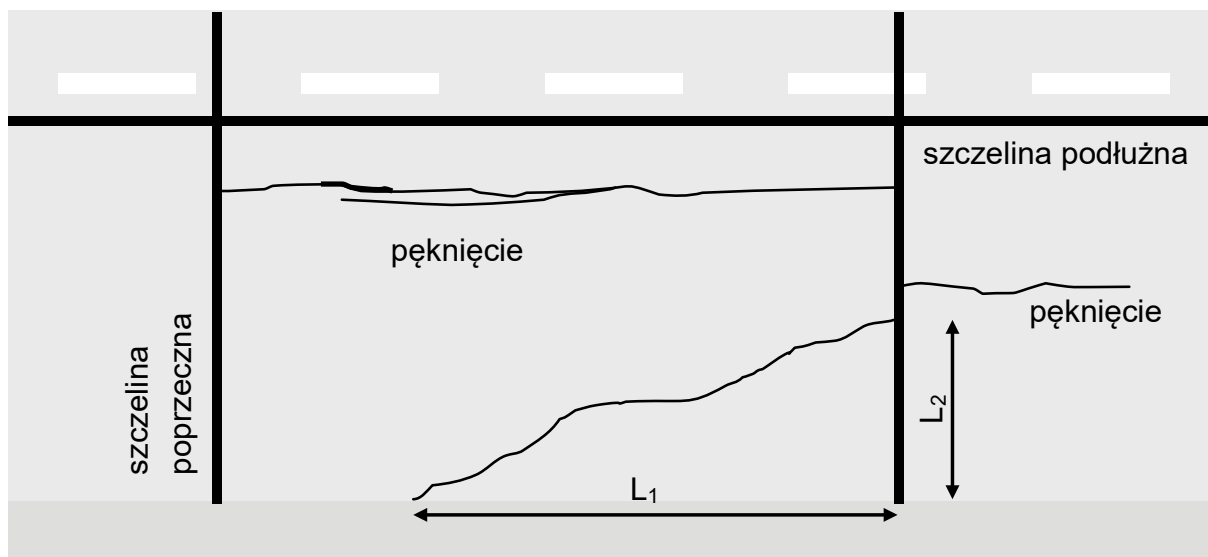
- a) zbyt duże wymiary w planie płyt,
- b) zbyt cienkie płyty,
- c) niewłaściwa (zbyt niska nośność lub zbyt sztywna) nośność podłoża/podbudowy lub korpusu budowli ziemnej,
- d) niewłaściwe utrzymanie wypełnienia szczelin dylatacyjnych
- e) brak podparcia płyty
- f) mała wytrzymałość betonu płyty na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



Rys. 5.2.2.1. Widok pęknięcia podłużnego na długości płyty



Rys. 5.2.2.2. Widok krótkich pęknięć podłużnych



$$L_1 \gg L_2$$

Rys. 5.2.2.3. Schemat pęknięć podłużnych i ukośnych

Pęknięcia pojedyncze poprzeczne przez całą szerokość płyty

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

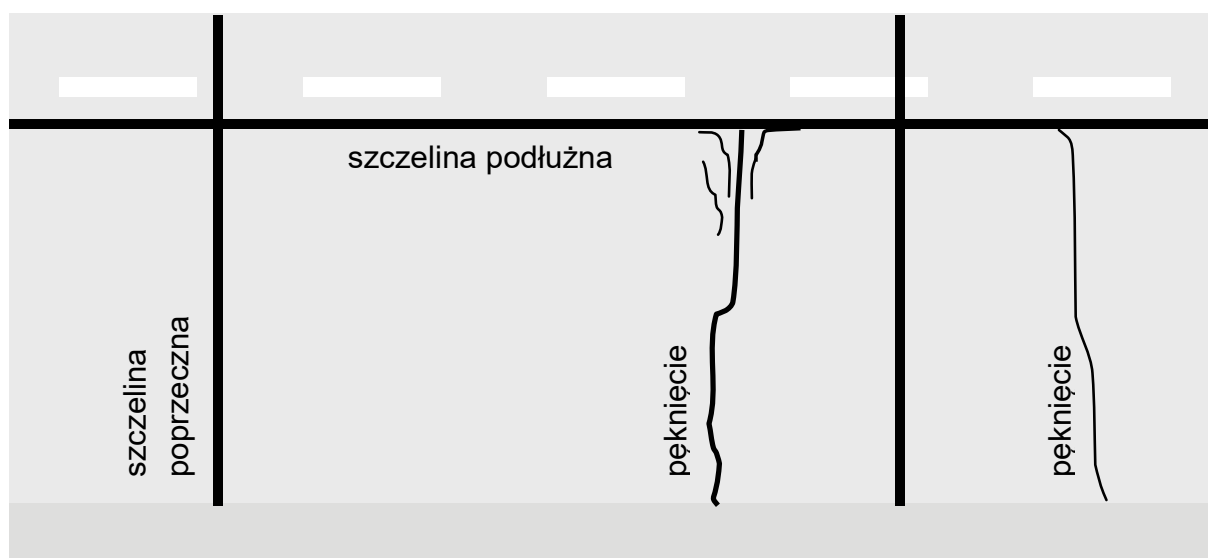
(5) Przyczyny przewidywane: oddziaływanie obciążenia lub temperatury o charakterze zmęczeniowym.

(6) Przyczyny nieplanowane:

- a) oddziaływanie temperatury (duży gradient na grubości płyty i różnica temperatur pomiędzy górną i dolną powierzchnią, większy niż przewidziano w projekcie) powodujące przekroczenie naprężeń dopuszczalnych na rozciąganie w płycie,
- b) skurcz podczas procesu wiązania betonu (późne nacinanie szczelin),
- c) zbyt długie płyty (niewłaściwe wymiary i proporcje długości-szerokości-grubości),
- d) zbyt cienkie płyty,
- e) słaba nośność podłoża/podbudowy lub korpusu budowli ziemnej,
- f) 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. 5.2.2.4. Widok pęknięć poprzecznych



Rys. 5.2.2.5. Schemat pęknięć poprzecznych

Pęknięcia naroży

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

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

(9) Przyczyny nieplanowane:

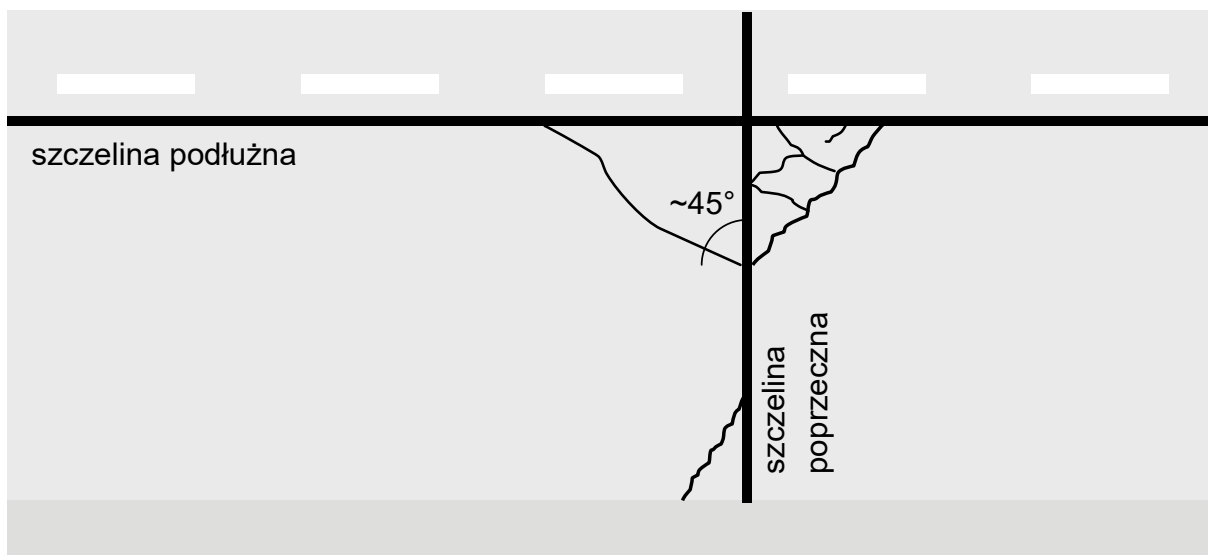
- a) niewłaściwa geometria płyt
- b) mała nośność podłoża/podbudowy lub korpusu budowli ziemnej,
- c) brak właściwego podparcia płyty,
- d) mała wytrzymałość betonu płyty na rozciąganie.



Rys. 5.2.2.6. Widok pęknięcia naroża



Rys. 5.2.2.7. Widok pęknięcia naroża z częściowym wykruszeniem



Rys. 5.2.2.8. Schemat pęknięcia naroża

Pęknięcia blokowe

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

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

(12) Przyczyny nieplanowane:

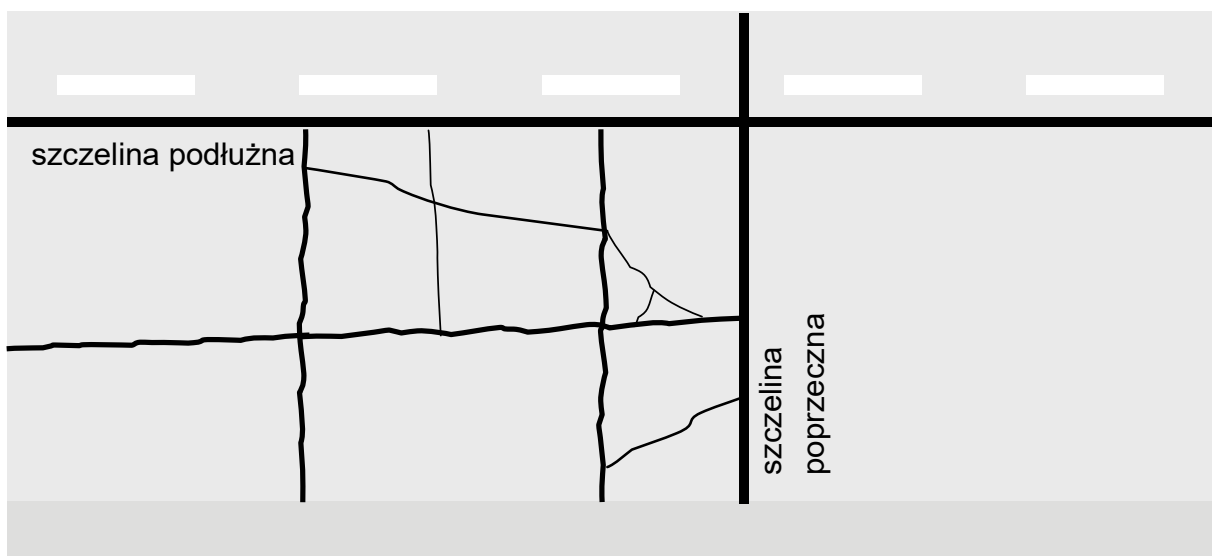
- a) niedowibrowanie mieszanki nad dyblami,
- b) niewłaściwa geometria płyt
- c) niska nośność podłoża/podbudowy lub korpusu budowli ziemnej,
- ⇄ niska wytrzymałość płyty na rozciąganie.



Rys. 5.2.2.9. Widok pęknięć blokowych



Rys. 5.2.2.10. Widok pęknięć blokowych w obszarze naroża

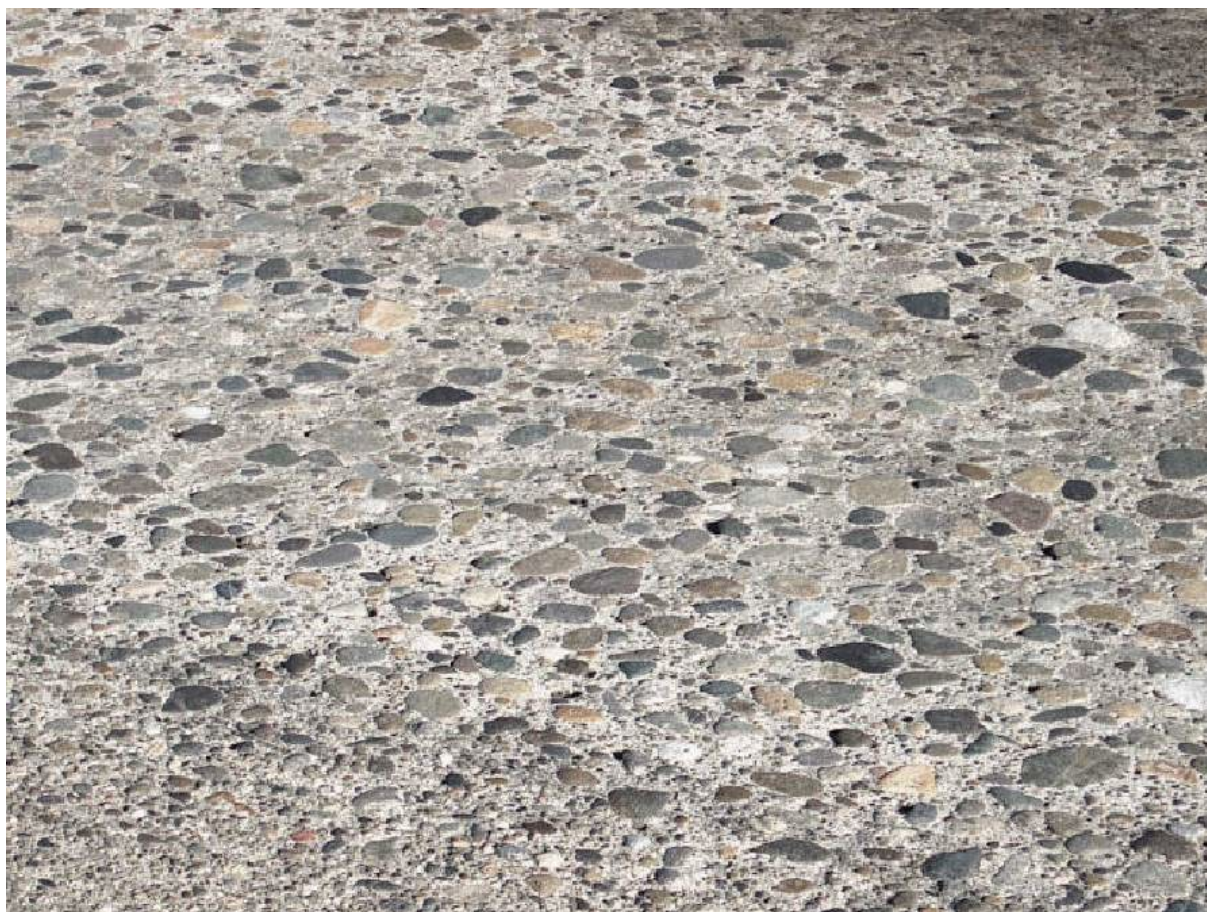


Rys. 5.2.2.11. Schemat pęknięć blokowych

5.2.3. Uszkodzenia powierzchni

Wypolerowanie

- (1) Uszkodzenia związane z polerowaniem powierzchniowych ziaren kruszywa lub zaczynu cementowego na powierzchni płyty powodujące niewłaściwą teksturę i cechy przeciwpoślizgowe (rys. 5.2.3.1).
- (2) Przyczyny przewidywane: polerowanie górnej powierzchni płyty przez koła pojazdów.
- (3) Przyczyny nieplanowane:
 - a) źle dobrany skład i jakość mieszanki (kruszywo, cement), mała odporność kruszywa na polerowanie,
 - b) czynniki eksploatacyjne – oddziaływanie środków zimowego utrzymania, .



Rys. 5.2.3.1. Widok wypolerowanej powierzchni płyty

Pęknięcia mrozowe

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

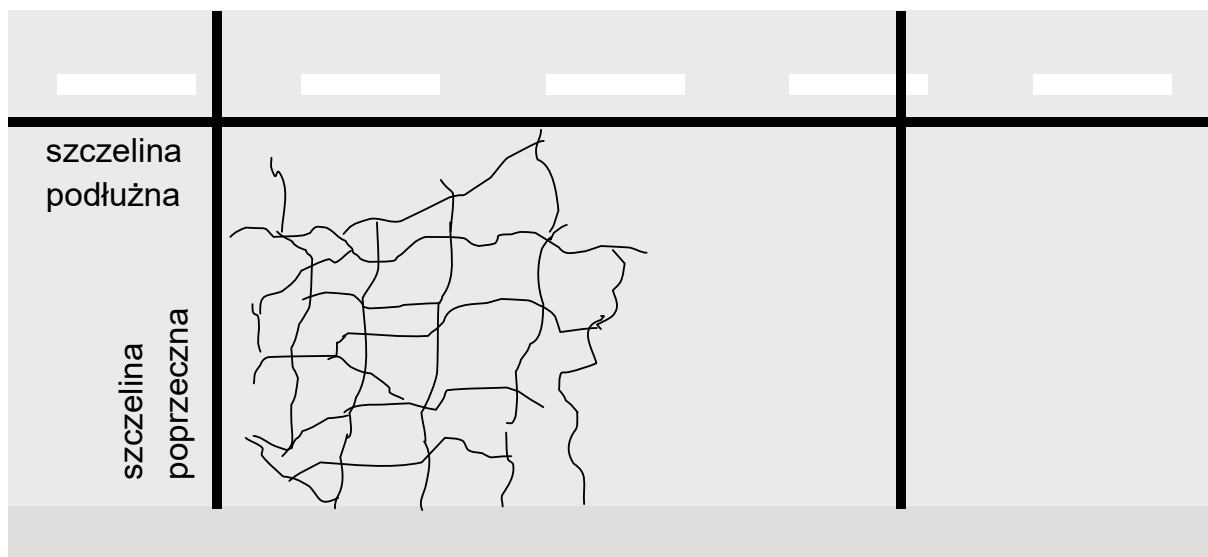
(5) Przyczyny przewidywane: brak

(6) Przyczyny nieplanowane:

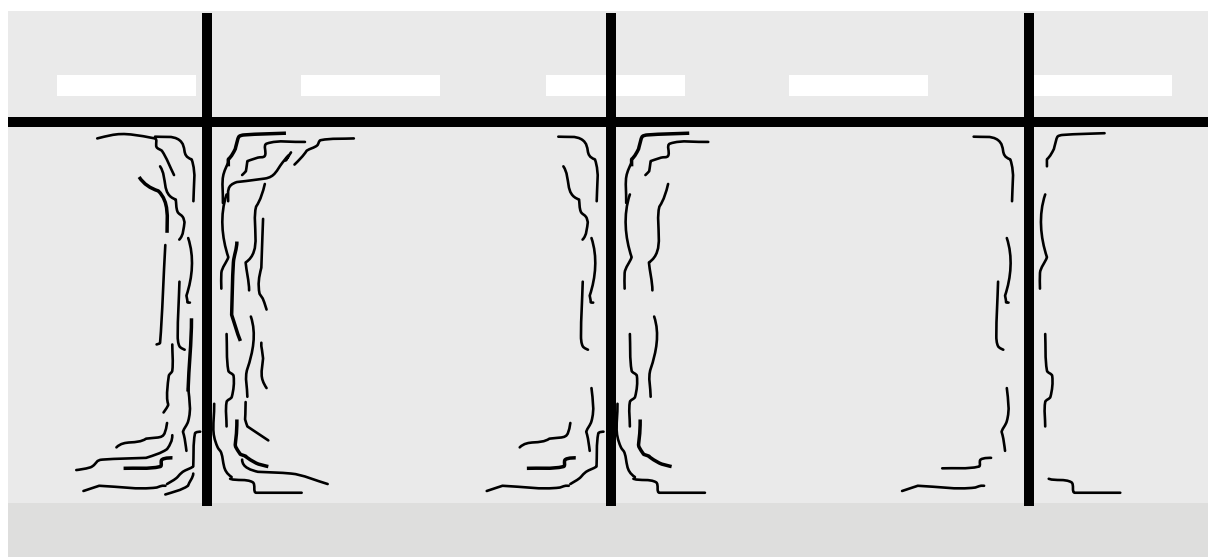
- a) niska odporność betonu na cykle zamrażania-odmrażania,
- b) źle dobrany skład i jakość mieszanki (kruszywo, cement),
- c) niewłaściwa jakość grubego kruszywa,
- d) niska odporność betonu na oddziaływanie środków zimowego utrzymania.



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



Rys. 5.2.3.3. Schemat pęknięć mrozowych



Rys. 5.2.3.4. Schemat pęknięć mrozowych przy krawędziach płyt

Spękania alkaliczne

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

(8) Przyczyny przewidywane: brak

(9) Przyczyny nieplanowane:

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



Rys. 5.2.3.5. Widok pęknięć alkalicznych



Rys. 5.2.3.6. Widok pęknięć alkalicznych

Pęknięcia spowodowane niewłaściwą pielęgnacją

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

(11) Przyczyny przewidywane: brak

(12) Przyczyny nieplanowane:

e) niewłaściwa pielęgnacja, nieodpowiednia konsystencja betonu.



Rys. 5.2.3.7. Widok pęknięć spowodowane niewłaściwą pielęgnacją

Wyboje

(13) Uszkodzenia powstające miejscowo (rys. 5.2.3.8) wskutek wad betonu polegające na niskiej odporności na działanie niskich temperatur (cykli zamrażania i odmrażania).

(14) Przyczyny przewidywane: brak

(15) Przyczyny nieplanowane:

- a) zanieczyszczone kruszywo (zaglinione),
- b) niedogęszczona mieszanka betonowa.



Rys. 5.2.3.8. Widok wyboju

Ubytki ziaren/lejki

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

(17) Przyczyny przewidywane: brak

(18) Przyczyny nieplanowane:

- a) Porowate/zanieczyszczone kruszywo,
- b) kruszywa pochodzenia węglanowego,
- c) opiłki aluminium.



Rys. 5.2.3.9. Widok ubytków ziaren/lejków



Rys. 5.2.3.10. Widok ubytków ziaren/lejków

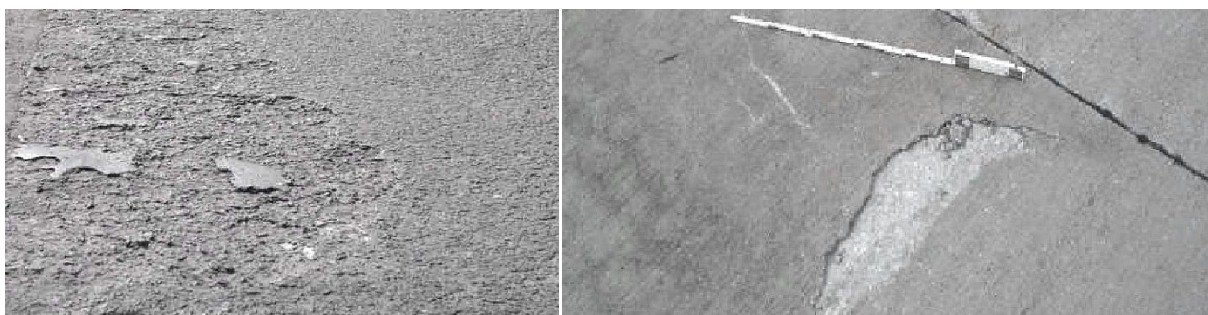
Złuszczenia

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

(20) Przyczyny przewidywane: brak

(21) Przyczyny nieplanowane:

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



Rys. 5.2.3.7.1. Widok złuszczeń

5.2.4. Uszkodzenia w obszarze łączenia płyt

Uszkodzenia szczeliny/krawędzi

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

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

(3) Przyczyny nieplanowane:

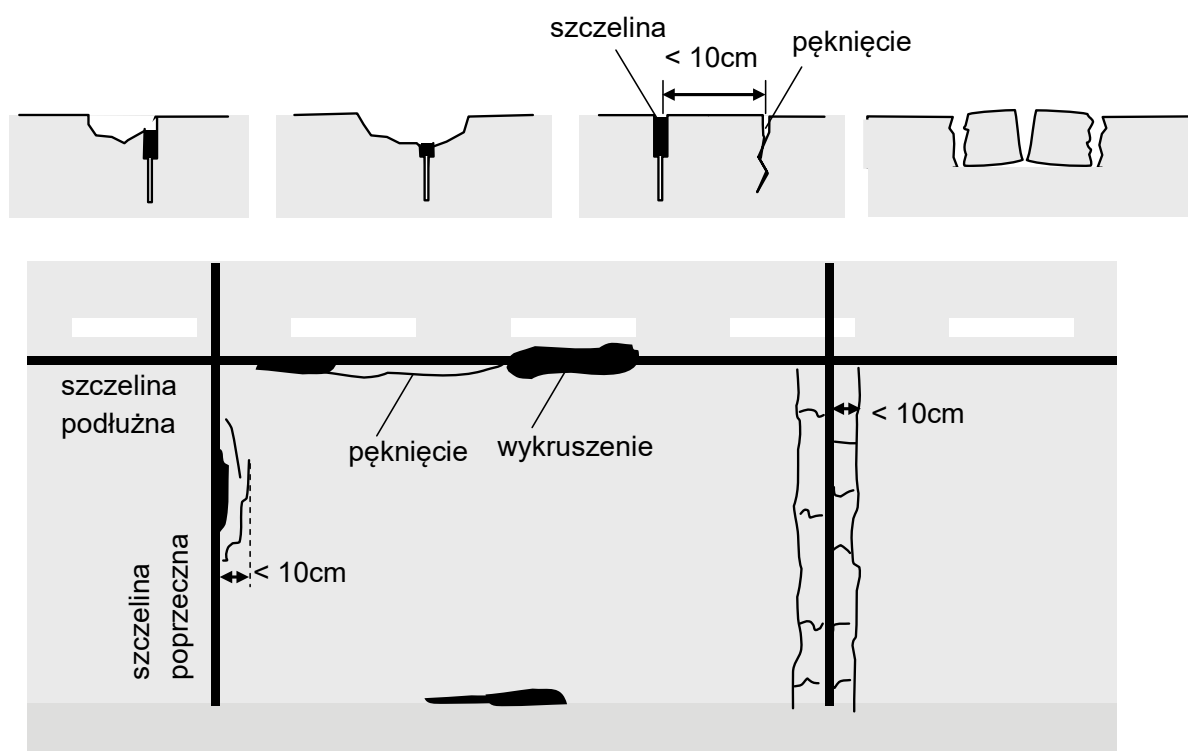
- a) błędnie wykonane/wykończone szczeliny,
- b) niewłaściwy dobór opóźniaczy wiązania lub środków do pielęgnacji,
- c) zanieczyszczenia powierzchni, wolne kruszywo,
- d) źle dobrany skład mieszanki betonowej (kruszywo, cement),
- e) błędy w wykonaniu nawierzchni: niedogęszczenie, zła pielęgnacja, niezachowany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



Rys. 5.2.4.1. Widok uszkodzenia szczeliny płyty



Rys. 5.2.4.2. Widok uszkodzenia szczeliny płyty



Rys. 5.2.4.3. Schemat uszkodzeń przy szczelinach

Uszkodzenia wypełnień szczelin (masy zalewowej, wkładek, profili)

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

(5) Przyczyny przewidywane:

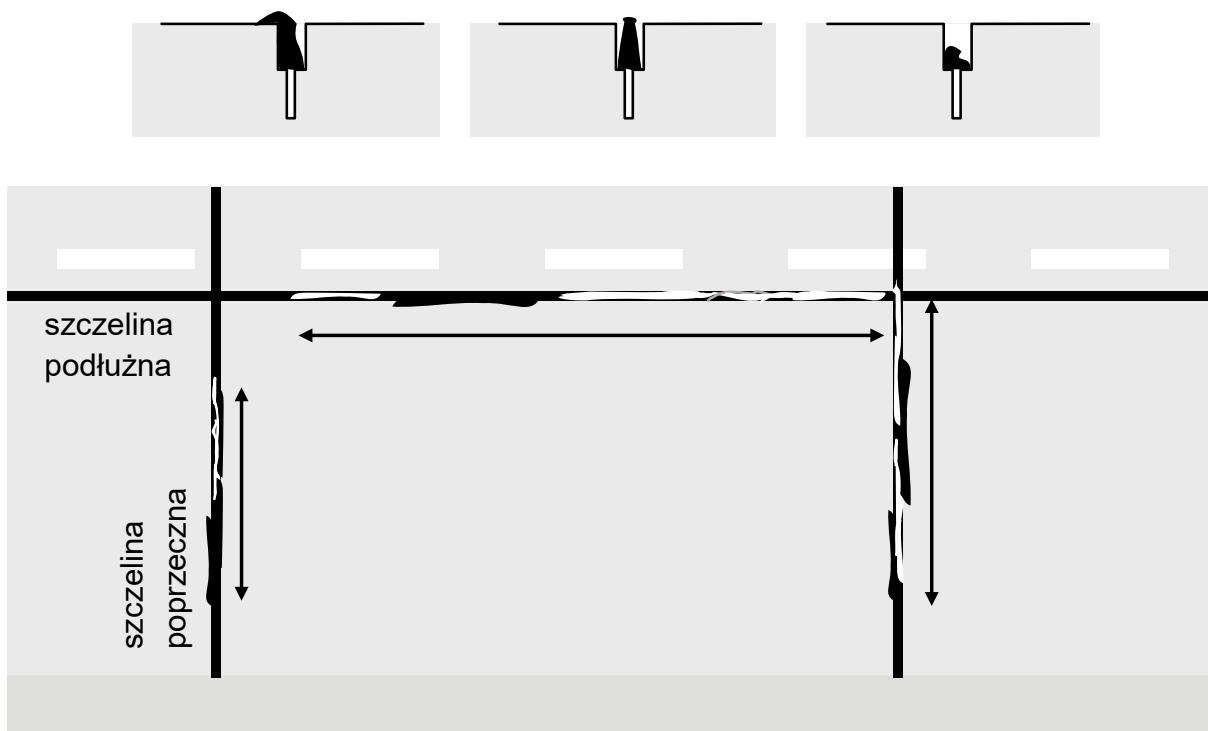
warunki klimatyczne: wielokrotne cykle zamarzania i odwilży oraz znaczne wahania dobowe temperatury, powodujące nadmierne rozszerzanie i kurczenie się szczelin

(6) Przyczyny nieplanowane:

- i) błędy wykonawstwa wypełnienia/uszczelnienia szczelin, , błędnie wykonane/wypełnione szczeliny,
- j) niewłaściwie dobrany rodzaj materiału wypełniającego – starzenie, twardnienie, zmiana cech sprężystych, uplastycznienie, niska przyczepność,
- k) błędnie zaprojektowane/wykonane/wykończone szczeliny,
- l) niewłaściwie utrzymana nawierzchnia – zanieczyszczenia powierzchni, wolne kruszywo.
- m) błędny dobór wypełnień szczelin, niedostosowany do warunków eksploatacyjnych



Rys. 5.2.4.4. Widok uszkodzenia wypełnień w szczelinie



Rys. 5.2.4.5. Schemat uszkodzenia wypełnień w szczelinach

5.2.5. Uszkodzenia nawierzchni z powodu nieprawidłowej pracy dybli i kotew

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

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

(3) Przyczyny nieplanowane:

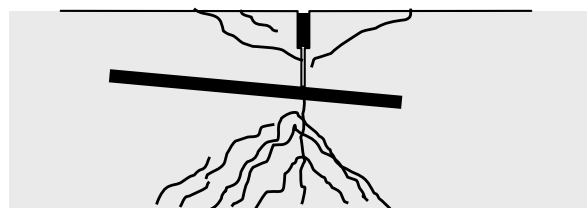
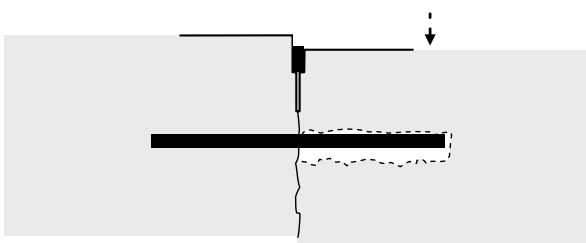
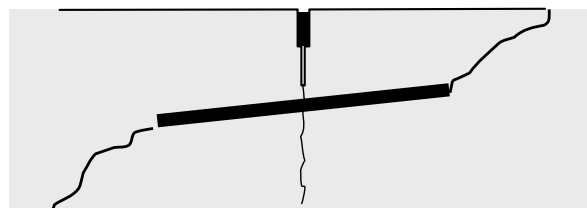
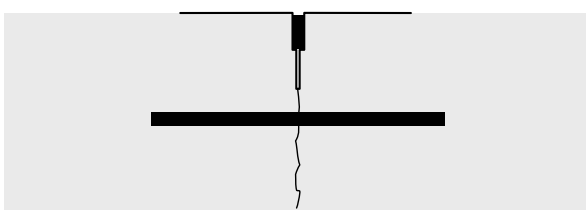
- a) niewłaściwe ułożenie i zaprojektowanie dybli/kotew,
- b) zły rodzaj materiału, uszkodzona powłoka dybli,
- c) niewłaściwe utrzymanie wypełnienia szczelin dylatacyjnych,
- d) wadliwie ułożone dyble/kotwy, brak właściwej otuliny,
- e) erozja podbudowy w miejscach połączeń płyt.



Rys. 5.2.5.1. Widok uszkodzeń z powodu nieprawidłowej pracy dybli



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



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

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

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

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

(2) Przyczyny przewidywane:

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

(3) Przyczyny nieplanowane:

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



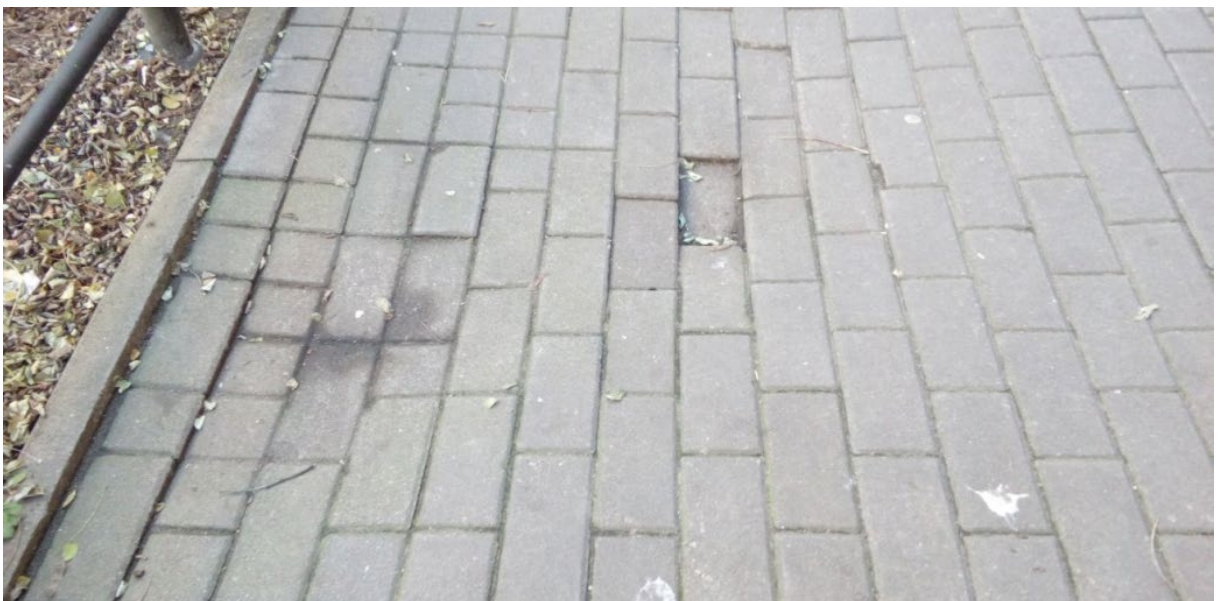
Rys. 6.1. Sfalowania płyt chodnikowych



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



Rys. 6.3. Sfalowania płyt betonowych spowodowane korzeniami drzew



Rys. 6.4. Zapadnięcia lokalne bez ubytków



Rys. 6.5. Zapadnięcia lokalne bez ubytków



Rys. 6.6. Zapadnięcia lokalne bez ubytków



Rys. 6.7. Wyniesione urządzenia obce



Rys. 6.8. Wyniesione urządzenia obce



Rys. 6.9. Braki elementów chodnika z kostki kamiennej



Rys. 6.10. Głębokie złuszczenia płyt chodnikowych z betonu cementowego



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

7. Klasyfikacja uszkodzeń poboczy i odwodnienia dróg

7.1. Klasyfikacja uszkodzeń poboczy

- (1) Wyróżnia się cztery podstawowe rodzaje uszkodzeń poboczy o nawierzchni gruntowej:
- a) pobocze „skoleinowane” pierwszego rodzaju (zaniżone/zawyżone), powstałe wskutek ruchu pojazdów (rys. 7.1.1),
 - b) pobocze „skoleinowane” drugiego rodzaju (zaniżone/zawyżone), powstałe w wyniku działania sił natury (rys. 7.1.2),
 - c) pobocze zaniżone, powstałe w wyniku błędów wykonawczych (rys. 7.1.3),
 - d) pobocza zawyżone, powstałe wskutek zjawiska tzw. „rośnięcia pobocza” (rys. 7.1.4).
- (2) W przypadku oceny poboczy o nawierzchni gruntowej inwentaryzacja polega na wskazaniu lokalizacji odcinków drogi z różnicą uskołu pomiędzy powierzchnią jezdni a poboczem.
- (3) W przypadku poboczy o nawierzchni twardej przewiduje się zakres klasyfikacji uszkodzeń jak dla nawierzchni jezdni.
- (4) Przyczyny przewidywane:
- a) oddziaływanie obciążeń od ruchu głównie samochodów ciężarowych,
 - b) erodujące oddziaływanie wód opadowych odprowadzanych z nawierzchni jezdni.
- (5) Przyczyny nieplanowane:
- a) osiadanie pobocza nieutwardzonego spowodowane błędami wykonawczymi (brak odpowiedniej stabilizacji pobocza lub podłoża pod nim),
 - b) błędy wykonawcze pobocza o nawierzchni gruntowej, np. znaczne zaniżenie/zawyżenie niwelety pobocza w stosunku do poziomu nawierzchni jezdni,
 - c) brak zabiegów utrzymaniowych, głównie ścinania zawyżonych lub uzupełniania zaniżonych poboczy.



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



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



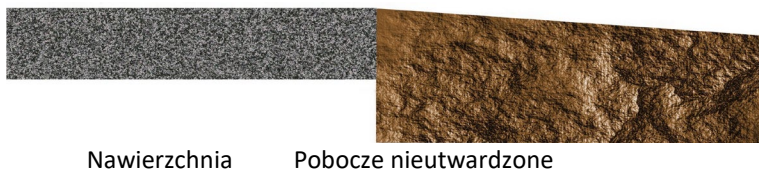
Rys. 7.1.3. Pobocze zaniżone, powstałe w wyniku błędów wykonawczych (brak uzupełnienia)

(6) W trakcie wykonywania oceny wizualnej w terenie należy wypełnić odpowiednie rubryki tabeli, dla każdej drogi oddzielnie, w podziale na odcinki jednorodne. Odcinki jednorodne przyjmowane są w trakcie wykonywania oceny w zależności od stanu poboczy oraz pojawiających się liniowych elementów odwodnienia. O długości odcinka pomiarowego decyduje zespół wykonujący pomiary.

(7) Rodzaje poboczy nieutwardzonych wyróżnianych w systemie przedstawiono na poniższych rysunkach (Rys. nr 1, nr 2a, nr 2b, nr 3 i nr 4).

(8) Przykład przekroju pobocza nie poddanego degradacji przedstawiono na Rys. nr 1.

Rys. 1. Pobocze prawidłowe (klasyczne) – wykazujące jednostronne pochylenie.



(9) Wśród poboczy uszkodzonych rozróżniamy:

(10) **Pobocze „skoleinowane”** – zaniżone/zawyżone powstałe wskutek ruchu pojazdów (wąskie zaniżenie/zawyżenie - Rys. 2a.) lub powstałe w wyniku działania sił natury /np. wypłukania przez wody opadowe nie mające skutecznego odprowadzenia (szerokie zaniżenie/zawyżenie - Rys 2b)

Rys. 2a. Pobocze „skoleinowane” – zaniżenie/zawyżenie powstałe wskutek ruchu pojazdów.



Rys. 2b. Pobocze „skoleinowane” – zaniżenie/zawyżenie powstałe w wyniku działania sił natury.



Rys. 3. Pobocze zaniżone.



Rys. 4. Pobocza zawyżone – powstałe wskutek zjawiska tzw. „rośnięcia pobocza”.



(11) **Stan pobocza nieutwardzonego** określa wskaźnik, który jest zmienny w zakresie 1 do 3, zależny od rodzaju uszkodzenia oraz degradacji pobocza. Jakość pobocza określa się na podstawie oceny stanu technicznego, który bezpośrednio wpływa na czas niezbędny do usunięcia wody z powierzchni jezdni oraz stan jej krawędzi.

Ocena stanu pobocza:

- 1 – pobocze zawyżone,
- 2 – pobocze zaniżone,
- 3 – pobocze w poziomie.



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

7.2. Klasyfikacja uszkodzeń odwodnienia dróg

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

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

(3) Przyczyny nieplanowane:

- a) brak zabiegów utrzymaniowych, głównie udrażniania przepustów, odmulania rowów (rys. 7.2.1, 7.2.3, 7.2.4 i 7.2.5),
- b) brak możliwości odprowadzenia wody z rowów (np. stosowanie zjazdów na pola bez przepustów) (rys. 7.2.2),

- c) osiadanie przepustów spowodowane błędami wykonawczymi (np. brak odpowiedniej stabilizacji podłoża pod przepustem, podmywanie przepustu).



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



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



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



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



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



Wytyczne utrzymania dróg samorządowych

Część 3: Katalog typowych rozwiązań materiałowo-technologicznych stosowanych przy remontach

01-2022.04.25

Wzorce i standardy rekomendowane
przez
Ministra właściwego ds. transportu

WR-D-83-3

WR-D-83-3

Wytyczne utrzymania dróg samorządowych. Część 3: Katalog typowych rozwiązań materiałowo-technologicznych stosowanych przy remontach

Wersja: **01 (robocza z dn. 23.08.2022)**

Obowiązuje od: **2022.04.25**

Rekomendował: **Minister Infrastruktury w dniu 00 lipca 2022 r. (DDP-4.0600.6.2022)**

Zaopiniował : **Komitet Techniczny Drogownictwa ds. WiS w dniu 00 czerwca 2022 r.**

Wzorce i standardy rekomendowane przez Ministra właściwego ds. transportu:

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

Opracował Zespół w składzie:

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

Jednostka odpowiedzialna:

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

© Skarb Państwa – Minister Infrastruktury

Zdjęcie na okładce © Jan Król

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



Fundusze Europejskie
Pomoc Techniczna



**Rzeczpospolita
Polska**

Unia Europejska
Fundusz Spójności



Spis treści

1. Przedmiot i zakres stosowania
2. Wykaz opracowań powołanych
3. Definicje i objaśnienia skrótów
 - 3.1. Definicje
 - 3.2. Skróty
4. Typowe rozwiązania materiałowo-technologiczne przy remontach lub remontach częściowych nawierzchni asfaltowych
 - 4.1. Wprowadzenie
 - 4.2. Remont częściowy nawierzchni asfaltowej
 - 4.2.1. Metoda na zimno z zastosowaniem mieszanek mineralno-emulsyjnych
 - 4.2.2. Metoda na gorąco z zastosowaniem mieszanek mineralno-asfaltowych
 - 4.3. Powierzchniowe utwardzenie
 - 4.3.1. Powierzchniowe utwardzenie pojedyncze
 - 4.3.2. Powierzchniowe utwardzenie klinowane
 - 4.3.3. Powierzchniowe utwardzenie podwójne
 - 4.3.4. Powierzchniowe utwardzenie warstwowe
 - 4.4. Cienka warstwa na zimno
 - 4.5. Cienka warstwa na gorąco
 - 4.6. Frezowanie nawierzchni
 - 4.6.1. Frezowanie nawierzchni jako samodzielny zabieg
 - 4.6.2. Frezowanie nawierzchni jako element innych zabiegów
 - 4.7. Wymiana warstwy nawierzchni
 - 4.7.1. Wymiana warstwy ścierniczej z mieszanek zamkniętych
 - 4.7.2. Wymiana warstwy ścierniczej z mieszanek półotwartych i otwartych
 - 4.7.3. Wymiana warstw asfaltowych poniżej warstwy ścierniczej nawierzchni drogowej
 - 4.7.4. Wymiana górnych warstw w technologii nawierzchni jednowarstwowej
 - 4.8. Naprawy pęknięć
 - 4.8.1. Naprawa i wypełnianie pęknięć metodą pasmową
 - 4.8.2. Naprawa spękania poprzecznego z wykorzystaniem geosyntetyków
 - 4.9. Remixing warstw nawierzchni
 - 4.9.1. Technologia remixingu
 - 4.9.2. Technologia remixingu plus
5. Typowe rozwiązania materiałowo-technologiczne przy remontach lub remontach częściowych nawierzchni betonowych
 - 5.1. Wprowadzenie
 - 5.1.1. Materiały do remontów nawierzchni betonowych
 - 5.2. Nacinanie (Diamond grinding)
 - 5.3. Rowkowanie (Grooving)
 - 5.4. Kotwienie ukośne lub kotwienie poziome
 - 5.5. Wymiana płyt

- 5.6. Dyblowanie i kotwienie wtórne
- 5.7. Wyrównanie poziomu i stabilizacja płyt
- 5.8. Naprawy powierzchniowe
 - 5.8.1. Uszczelnianie pęknięć, uzupełnienie złuszczeń i ubytków
 - 5.8.2. Wymiana części płyty
- 5.9. Wymiana wypełnień w szczelinach
- 5.10. Uszczelnienie szczelin
- 5.11. Śrutowanie nawierzchni
- 5.12. Wymiana płyt ze wzmocnieniem konstrukcji
- 6. Typowe rozwiązania technologiczne przy utrzymaniu poboczy
 - 6.1. Wprowadzenie
 - 6.2. Utrzymanie poboczy o nawierzchni twardej
 - 6.3. Utrzymanie poboczy o nawierzchni gruntowej
- 7. Typowe rozwiązania przy utrzymaniu urządzeń do odwodnienia
 - 7.1. Wprowadzenie
 - 7.2. Czyszczenie i remonty urządzeń do odwodnienia
 - 7.3. Koszenie trawy i chwastów na poboczach, skarpach i rowach
 - 7.4. Odmulenie rowów

1. Przedmiot i zakres stosowania

- (1) Przedmiotem Katalogu są techniki naprawy uszkodzeń nawierzchni drogowych, poboczy i odwodnienia dróg samorządowych.
- (2) W Katalogu przedstawione zostały typowe rozwiązania materiałowo-technologiczne i konstrukcyjne stosowane przy remontach lub remontach częściowych nawierzchni asfaltowych i betonowych.
- (3) Wytyczne zawierają zestawy typowych rozwiązań z określeniem kryteriów doboru do konkretnych warunków uszkodzeń z podaniem wad i zalet.

2. Wykaz opracowań powołanych

[1] Ustawa z dnia 21 marca 1985 r. o drogach publicznych (Dz. U. z 2021 r. poz. 1376, z późn. zm.).

3. Definicje i objaśnienia skrótów

3.1. Definicje

Diagnostyka stanu nawierzchni — proces pozyskiwania informacji o cechach nawierzchni drogowych, a także klasyfikację i ocenę ich wielkości, którego celem jest podjęcie wymaganych wytycznymi działań służących poprawie stanu nawierzchni oraz warunków ruchu **Drogi samorządowe** – wszystkie drogi publiczne z wyjątkiem zarządzanych przez GDDKiA oraz Koncesjonariuszy.

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

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

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

Remont cząstkowy nawierzchni – obejmuje zespół zabiegów technicznych wykonywanych na bieżąco, związanych z usuwaniem uszkodzeń nawierzchni zagrażających bezpieczeństwu ruchu, jak również zabiegi obejmujące małe powierzchnie, hamujące proces powiększania się powstałych uszkodzeń.

Remont nawierzchni – wykonywanie robót przywracających pierwotny stan (cechy eksploatacyjne) drogi (odcinka drogi), także przy użyciu wyrobów budowlanych innych niż użyte w stanie pierwotnym..

Przebudowa drogi – wykonanie robót, w wyniku których następuje podwyższenie parametrów technicznych i eksploatacyjnych istniejącej drogi, niewymagających zmian granic pasa drogowego.

Cechy eksploatacyjne nawierzchni – właściwości nawierzchni, które zmieniają się w procesie eksploatacji.

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.

Właściwości przeciwpoślizgowe — cecha charakteryzująca przyczepność pomiędzy powierzchnią nawierzchni a oponą pojazdu określoną zgodnie ze standaryzowaną metodą.

Cechy powierzchniowe –. Właściwości techniczno-eksploatacyjne górnej powierzchni nawierzchni, które zmieniają się w procesie użytkowania

Rów drogowy – urządzenie techniczne drogi w formie otwartego wykopu o głębokości co najmniej 50 cm, który zbiera i odprowadza wodę, wyróżnia się:

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

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

Zieleń przydrożna – roślinność usytuowana w pasie drogowym-

Gruntownik – materiał zwiększający przyczepność masy zalewowej (uszczelniającej) do ścianek szczeliny (lub naprawianego pęknięcia), stosowany zgodnie z zaleceniem producenta masy zalewowej.

Wkładka zmniejszająca głębokość szczeliny (Kord) – ściśliwa wkładka z materiałów syntetycznych lub innych o walcowatym kształcie do umieszczenia w szczelinie i uzyskania podparcia na odpowiednim poziomie dla masy

zalewowej, a także wyeliminowania możliwości trójpłaszczyznowej przyczepności zalewy do komory wypełnienia.

Masa zalewowa na gorąco - mieszanina modyfikowanych asfaltów oraz specjalnych dodatków, przeznaczona do wypełniania szczelin nawierzchni na gorąco, spełniająca wymagania PN-EN 14188-1, posiadająca wymagane dokumenty dopuszczające ją do stosowania w tym zakresie.

Masa zalewowa na zimno - mieszanina żywic syntetycznych i dodatków zapewniająca wieloletnią trwałość wypełnienia szczelin, spełniająca wymagania PN-EN 14188-2, posiadająca wymagane dokumenty dopuszczające ją do stosowania w tym zakresie.

Ciecie odprężające – nacinanie części płyt lub całych płyt stosowane w przypadku napraw głębokich lub wymiany płyt. Polega na odcięciu płyty podlegającej naprawie/wymianie na całą głębokość wzdłuż istniejących szczelin dylatacyjnych lub innej wytyczonej linii cięcia.

Połączenia technologiczne – połączenia różnych warstw ze sobą lub tych samych warstw wykonywanych w różnym czasie, nie będących połączeniem międzywarstwowym.

Złącza podłużne i poprzeczne – połączenia tego samego materiału wykonywane w różnym czasie.

Spoiny – połączenie różnych materiałów, np. asfaltu lanego i betonu asfaltowego oraz warstwy asfaltowej z urządzeniami obcymi w nawierzchni lub ją ograniczającymi.

3.2. Skróty

AC (Asphalt Concrete) – beton asfaltowy.

BBTM (Béton Bitumineuse Très Mince) – mieszanka o nieciągłym uziarnieniu do bardzo cienkich warstw.

AUTL (Asphalt for Ultra-Thin Layer) - mieszanka do ultra-cienkich warstw.

KR – kategoria ruchu.

PA (Porous Asphalt) – asfalt porowaty.

R – remont.

RC – remont cząstkowy.

SMA (Stone Mastic Asphalt) – mieszanka mastyksowo-grysowa.

SMA-JENA – mieszanka mastyksowo-grysowa SMA do nawierzchni jednowarstwowych.

SMA-LA – mieszanka mastyksowo-grysowa o otwartych porach.

4. Typowe rozwiązania materiałowo-technologiczne przy remontach lub remontach częściowych nawierzchni asfaltowych

4.1. Wprowadzenie

(1) W rozdziale omówiono wybrane technologie pozwalające prowadzić remonty (R) lub remonty częściowe (RC) nawierzchni asfaltowych, które pozwalają na usunięcie uszkodzeń nawierzchni opisanych w WR-D-83-2.

(2) Przedstawiono następujące technologie remontowe:

- a) remonty częściowe nawierzchni,
- b) powierzchniowe utwardzenie,
- c) cienka warstwa na zimno,
- d) cienka warstwa na gorąco,
- e) frezowanie nawierzchni,
- f) wymiana warstwy nawierzchni,
- g) naprawy pęknięć,
- h) remixing warstw nawierzchni.

4.2. Remont częściowy nawierzchni asfaltowej

(1) Do remontów częściowych nawierzchni drogowych należy przystąpić w czasie zależnym od funkcji drogi w układzie komunikacyjnym, stanu jej degradacji oraz zgodnie z obowiązującymi przepisami w zakresie utrzymania stanu nawierzchni i przyjętej strategii. Zabiegi remontów częściowych stosuje się do:

- a) naprawy wybojów,
- b) naprawy obłamanych krawędzi,
- c) naprawy i wypełnienia złuszczeń.

(2) W przypadku dróg kategorii ruchu od KR0 do KR2 remonty częściowe można wykonywać jako natychmiastowe interwencje oraz późniejsze zabiegi utrzymaniowe. W przypadku dróg kategorii ruchu od KR3 do KR4 remont wykonuje się jako natychmiastowe interwencje oraz późniejsze zabiegi utrzymaniowe, jeśli technologia stosowanego zabiegu gwarantuje trwałość rozwiązania. W przypadku dróg kategorii ruchu powyżej KR5 jako natychmiastowe interwencje do późniejszej naprawy w ramach remontu.

(3) Zabieg w postaci remontu częściowego nawierzchni asfaltowej wykonuje się w celu:

- a) przywrócenia nawierzchni do stanu początkowego,
- b) wczesnej interwencji mającej na celu zapobieganie przyszłej degradacji nawierzchni w miejscu pojawienia się pierwszych zniszczeń.

(4) Remont częściowy może być wykonywany w technologii asfaltowej na zimno lub na gorąco. W metodzie na zimno wykorzystuje się gotowe konfekcjonowane mieszanki mineralno-emulsyjne lub metodę natryskową z zastosowaniem emulsji i kruszywa aplikowanych przy pomocy remontera. W metodzie na gorąco wykorzystuje się tradycyjną technologię mieszanek mineralno-asfaltowych na gorąco. W związku z postępem technicznym i rozwojem nowoczesnych materiałów drogowych dopuszcza się stosowanie zmodyfikowanych mieszanek mineralno-asfaltowych oraz mieszanek o obniżonej temperaturze stosowania.

(5) Miejsce naprawy powinno być oczyszczone. W tym celu należy obciąć lub wyfrezować krawędzie wyboju lub obłamania nawierzchni oraz usunąć luźny materiał. W przypadku napraw uszczelniających należy miejsce naprawy oczyścić mechanicznie za pomocą szczotkowania ręcznie lub mechanicznie. Jeśli miejsce naprawy jest wilgotne lub znajduje się w nim woda należy ją bezwzględnie usunąć przy pomocy sprężonego powietrza lub za pomocą promiennika podczerwieni.

(6) W przypadku wypełniania ubytku w warstwie nawierzchni konieczne jest wykonanie warstwy szczepnej z zastosowaniem emulsji asfaltowej lub lepiszcza asfaltowego.

4.2.1. Metoda na zimno z zastosowaniem mieszanek mineralno-emulsyjnych

(1) Mieszanki mineralno-emulsyjne konfekcjonowane w workach i gotowe do użycia stosuje się do wypełniania ubytków w nawierzchniach drogowych. Do ich produkcji wykorzystuje się najczęściej mieszanki kruszyw o uziarnieniu 0/5 mm, 0/8 mm. Jako lepiszcze asfaltowe stosuje się emulsje asfaltowe, a także w uzasadnionych przypadkach asfalty upłynnione. Mieszanki zawierające asfalty upłynnione rozpuszczalnikami organicznymi lub z

wykorzystaniem asfaltów fluksowanych olejami roślinnymi można stosować w temperaturze ujemnej jeśli producent nie zaleci inaczej. Mieszanki mineralno-emulsyjne nie powinny być stosowane w temperaturze ujemnej.

(2) Tradycyjnie w sposób na zimno stosuje się skropienie emulsją asfaltową i posypanie grysem. W przypadku konieczności wykonania grubszej warstwy niż wymiar największej frakcji kruszywa, naprawę należy wykonać warstwowo. Rozwinięciem tej metody jest użycie metody zmechanizowanej z wykorzystaniem remontera. Stosując tą metodę, aplikuje się kruszywo i emulsję asfaltową pod ciśnieniem bezpośrednio w naprawiane miejsce. Ze względu na fakt, że kruszywo i emulsja asfaltowa są aplikowane pod ciśnieniem, nie jest wymagane zagęszczanie mieszanki. Miejsce naprawy powinno zostać oczyszczone i po wykonaniu zabiegu nadmiar niezwiązanego kruszywa powinien zostać usunięty z nawierzchni.

4.2.2. Metoda na gorąco z zastosowaniem mieszanek mineralno-asfaltowych

(1) Zaleca się, żeby głębokie powierzchniowe uszkodzenia nawierzchni (obłamania, ubytki i wyboje) były naprawiane w technologii na gorąco z wykorzystaniem mieszanek mineralno-asfaltowych. Zaleca się, żeby stosować rodzajowo zbliżoną technologię mieszanki mineralno-asfaltowej do pierwotnie stosowanej lub asfalt lany z uszorstnieniem kruszywem mineralnym.

(2) W celu naprawy nawierzchni w technologii na gorąco, uszkodzone miejsce należy wyciąć bądź wyfrezować, należy oczyścić i skropić emulsją asfaltową w ilości wskazanej w specyfikacji technicznej w zależności od chłonności podłoża i zastosowanej emulsji. Przygotowane krawędzie należy uszczelnić za pomocą np. taśmy, pasty (nie dotyczy nawierzchni o strukturze otwartej). Naprawiane miejsce należy wypełnić mieszanką mineralno-asfaltową na gorąco lub na ciepło.

(3) Metoda na gorąco polega na wypełnieniu przygotowanego ubytku nawierzchni mieszanką mineralno-asfaltową i jej zagęszczeniu. Mieszankę mineralno-asfaltową układa się na gorąco lub na ciepło z odpowiednim nadładkiem tak, żeby po zagęszczeniu uzyskać wymaganą równość podłużną i poprzeczną naprawianej nawierzchni drogowej. Przy małych powierzchniach (do 0,5 m²), do zagęszczania mieszanki można stosować zagęszczanie ręczne przy pomocy ubijaka lub mechaniczne przy pomocy zagęszczarki płytowej. Przy powierzchniach powyżej 0,5 m², należy stosować zagęszczanie przy pomocy walca drogowego w celu uzyskania odpowiedniej równości poprzecznej i podłużnej naprawianej nawierzchni.

(4) Bez względu na to, jaki materiał będzie użyty i jaka metoda wbudowania będzie zastosowana, zawsze należy uzyskać właściwe zagęszczenie. Prawidłowe zagęszczenie ma znaczący wpływ na trwałość wykonywanej naprawy.

(5) Właściwości mieszanek mineralno-asfaltowych stosowanych do napraw cząstkowych powinny spełniać wymagania określone w wymaganiach technicznych lub specyfikacjach technicznych określonych przez zarządcę drogi. W przypadku stosowania do mieszanki mineralno-asfaltowej dodatku materiału z recyklingu nawierzchni asfaltowej należy przestrzegać wymagań dotyczących materiałów z recyklingu przewidzianych przez zarządcę drogi lub w wymaganiach nadrzędnych.

4.3. Powierzchniowe utrwalenie

(1) Zabieg powierzchniowego utrwalania wykonuje się jako zabieg utrzymaniowy w czasie zależnym od funkcji drogi w układzie komunikacyjnym, stanu jej degradacji oraz zgodnie z przyjętą strategią lub jako część prac remontowych. Zabieg powierzchniowego utrwalenia stosuje się do:

- a) odtworzenia szorstkiej warstwy ścieralnej,
- b) uszczelnienia warstwy jezdnej nawierzchni drogowej przed wnikaniem wody,
- c) powstrzymania lub opóźnienia postępującej degradacji nawierzchni,
- d) odtworzenia jednolitego wyglądu warstwy ścieralnej.

(2) Powierzchniowe utrwalenie wykonuje się jako zabieg utrzymaniowy na drogach o dostatecznej nośności. Zabieg ten przeznaczony jest do wykonywania na drogach o obciążeniu ruchem o kategorii od KR0 do KR4. W uzasadnionych przypadkach, na drogach gdzie dopuszczalna prędkość pojazdów nie przekracza 50 km/h, dopuszcza się wykonywanie zabiegu powierzchniowego utrwalania na drogach o kategorii ruchu KR5. Nie dopuszcza się wykonywania zabiegu powierzchniowego utrwalania na drogach o kategorii ruchu KR6 i wyższych oraz na mostach i wiaduktach, a także na ulicach, gdzie zastosowanie do zabiegu kruszywo mogłoby powodować zanieczyszczenie urządzeń do odwodnienia, takich jak: ścieki przykrawężnikowe, kratki wpustowe, studzienki rewizyjne i ściekowe, studzienki odwadniające na mostach i kolektory kanalizacyjne i przykanaliki. Należy zwrócić

uwagę na miejsca zacienione oraz duże spadki na remontowanych drogach z uwagi na efektywność tej technologii.

(3) Zabieg powierzchniowego utrwalenia polega na skropieniu podłoża warstwą emulsji asfaltowej lub lepiszcza asfaltowego na gorąco, rozłożeniu kruszywa łamanego (grysu) i zagęszczeniu lekkim walcem drogowym (rys. 4.3.1).

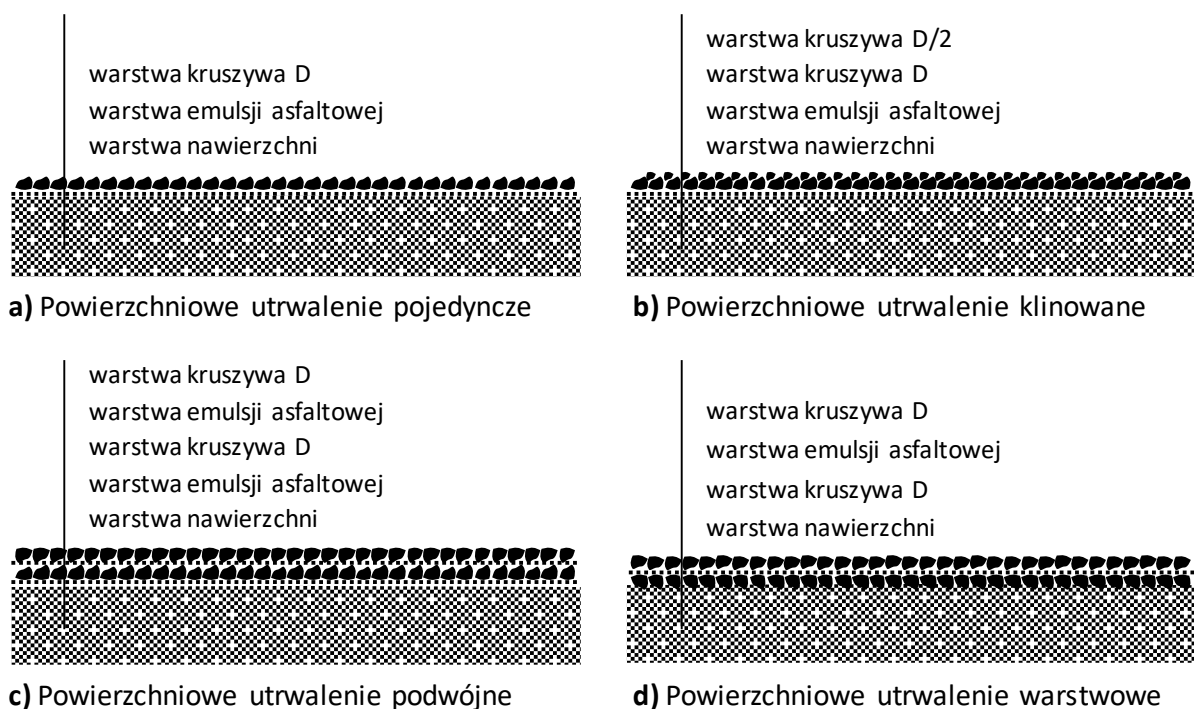


Rys. 4.3.1. Przykład powierzchniowego utrwalenia [fot. Jan Król]

(4) Rozróżnia się cztery rodzaje zabiegów powierzchniowego utrwalania w zależności od przeznaczenia, stanu podłoża i kolejności układania poszczególnych warstw:

- a) powierzchniowe utrwalenie pojedyncze (rys. 4.3.2a),
- b) powierzchniowe utrwalenie klinowane (rys. 4.3.2b),
- c) powierzchniowe utrwalenie podwójne (rys. 4.3.2c),
- d) powierzchniowe utrwalenie warstwowe (rys. 4.3.2d).

(5) Wybór technologii zabiegu powierzchniowego utrwalenia uzależniony jest od oczekiwanego natężenia ruchu i przewidywalnej prędkości pojazdów oraz stanu utrwalanej powierzchni. Istotne jest, żeby w początkowym okresie zagłębiania się kruszywa (grysów) w utrwalanej powierzchni zapewnić właściwą ilość lepiszcza asfaltowego. W zależności od zawartości lepiszcza w podłożu, temperatury i ekspozycji na promienie słoneczne oraz wielkości zastosowanego uziarnienia, ilość emulsji asfaltowej lub ilość lepiszcza asfaltowego na gorąco może wymagać zmniejszenia lub zwiększenia.



Rys. 4.3.2. Przykład wykonania powierzchniowego utwardzenia w zależności od przeznaczenia, stanu podłoża i kolejności układania poszczególnych warstw

(6) Technologię powierzchniowego utwardzenia należy wykonywać sezonowo w okresie kalendarzowego lata z dopuszczeniem okresu wiosny i jesieni, jeśli umożliwiają to warunki atmosferyczne. Nie dopuszcza się wykonywania zabiegu powierzchniowego utwardzenia w okresie kalendarzowej zimy.

(7) Warunki pogodowe podczas wykonywania powierzchniowego utwardzenia powinny być dobre bez względu na porę roku. Temperatura powietrza podczas wykonywania prac nie może być niższa niż 15°C, a temperatura powietrza i podłoża przed przystąpieniem do wykonywania prac nie powinna być niższa niż 10°C na 24 godziny przed rozpoczęciem robót. Zabrania się wykonywania zabiegu powierzchniowego utwardzenia podczas opadów deszczu oraz wilgotności powietrza wyższej niż 80%.

(8) Utrwalana powierzchnia przed przystąpieniem do robót powinna być sucha i wolna od zanieczyszczeń. Rodzaj stosowanego lepiszcza (emulsje i lepiszcza asfaltowe na gorąco) należy dobrać stosownie do klasy drogi i przewidywanego obciążenia ruchem oraz w zależności od warunków atmosferycznych (temperatura oraz wilgotność) podczas wykonywania robót.

4.3.1. Powierzchniowe utwardzenie pojedyncze

(1) Technologia pojedynczego powierzchniowego utwardzenia polega na skropieniu nawierzchni drogowej warstwą emulsji asfaltowej lub warstwą lepiszcza asfaltowego na gorąco i pokryciu jej warstwą kruszywa łamanego (grysów) jednej wielkości (rys. 4.3.2a).

(2) Zabieg ten ma zastosowanie do dróg o małym obciążeniu ruchem, najczęściej od KR0 do KR2, po których odbywa się ruch powolny, a pojazdy kołowe powodują dogęszczanie ziaren kruszywa. W ograniczonym zastosowaniu metodę tę można stosować na drogach o kategorii ruchu KR3 po uprzednim dogęczeniu kruszywa lekkim walcem drogowym.

4.3.2. Powierzchniowe utwardzenie klinowane

(1) Technologia powierzchniowego utwardzenia klinowanego polega na skropieniu nawierzchni drogowej warstwą emulsji asfaltowej lub warstwą lepiszcza asfaltowego na gorąco i pokryciu jej warstwą kruszywa łamanego (grysów) o danej frakcji w ilości 90% ilościowo w porównaniu do zabiegu pojedynczego. Następnie nanosi się na nawierzchnię drogową pozostałe 10% kruszywa o frakcji mniejszej o jeden rozmiar w porównaniu do uprzednio zastosowanej (rys. 4.3.2b).

(2) Zabieg ten ma zastosowanie do dróg o wyższych kategoriach ruchu, od KR3 do KR5, oraz dróg gdzie przewiduje się rozwijanie prędkości powyżej 50 km/h.

(3) Do prawidłowego zaklinowania ziaren stosuje się walce drogowe ogumione.

4.3.3. Powierzchniowe utwardzenie podwójne

(1) Zabieg podwójnego powierzchniowego utwardzenia polega na wykonaniu dwóch zabiegów pojedynczego powierzchniowego utwardzenia. Zabiegi wykonuje się kolejno jeden po drugim. Zaleca się stosowanie zagęszczania walcem drogowym ogumionym (rys. 4.3.2c).

(2) Zabieg ten jest przeznaczony do wykonywania na drogach o nawierzchniach ubogich w lepiszcze asfaltowe oraz na drogach o wyższych kategoriach ruchu, od KR3 do KR5.

4.3.4. Powierzchniowe utwardzenie warstwowe

(1) Zabieg powierzchniowego utwardzenia warstwowego polega na ułożeniu pierwszej warstwy kruszywa (grysów) bezpośrednio na utwardzanej powierzchni bez skropienia jej emulsją asfaltową lub lepiszczem asfaltowym na gorąco. Następnie na warstwie tak ułożonego kruszywa (grysów) wykonuje się typowy zabieg powierzchniowego utwardzenia (rys. 4.3.2d).

(2) Zaleca się wykonywanie tego typu zabiegów na powierzchni nawierzchni drogowej gdzie występuje nadmiar lepiszcza lub jego wypocenia.

4.4. Cienka warstwa na zimno

(1) Technologia cienkiej warstwy na zimno jest przeznaczona do wykonywania zabiegów utrzymaniowych, podczas odnowy i remontów na drogach o dostatecznej nośności oraz nawierzchni asfaltowej.

(2) Technologia cienkiej warstwy na zimno polega na ułożeniu warstwy wierzchniej nawierzchni najczęściej o grubości od 0,2 cm do 2,0 cm. Grubość warstwy zależy od zastosowanej technologii, użytego kruszywa oraz przewidywanego obciążenia ruchem i przewidywanej dopuszczalnej prędkości pojazdów.

(3) Cienką warstwę na zimno wykonuje się z mieszanki składającej się z kruszywa mineralnego, wody, emulsji asfaltowej i dodatków. Mieszkę wytwarza się i układa w miejscu wbudowania.

(4) Cienkie warstwy na zimno stosuje się do:

- a) odtworzenia szorstkiej warstwy ścieralnej,
- b) wytworzenia odpowiedniej makrotekstury nawierzchni,
- c) doraźnego polepszenia równości poprzecznej zdeformowanej nawierzchni (wypełnianie kolein),
- d) uszczelnienia warstwy jezdnej nawierzchni drogowej przed wnikaniem wody,
- e) powstrzymania lub opóźnienia postępującej degradacji nawierzchni,
- f) odtworzenia jednolitego wyglądu warstwy ścieralnej.

(5) Cienkie warstwy na zimno przeznaczone są do wykonywania cienkich warstw ścieralnych na drogach bez ograniczeń w zakresie kategorii ruchu. Na drogach klasy GP technologia ta ma ograniczone zastosowanie, nie stosuje się jej na ciągach głównych dróg klas A i S. Do dróg o kategorii ruchu od KR3 i wyższych zaleca się stosowanie emulsji asfaltowych modyfikowanych.

(6) Podczas stosowania tej technologii nie występuje ubytek kruszywa, co chroni pieszych oraz pojazdy przed luźnym kruszywem. Technologia ta pozwala również na łatwość formowania nawierzchni przy wpustach i studzienkach oraz na torowiskach tramwajowych.

(7) Do dozowania, mieszania i układania cienkich warstw na zimno służą specjalne pojazdy samojezdne wyposażone w zasobniki kruszywa, emulsji, wody, cementu i dodatków. Składniki dozowane są w sposób ciągły, a podczas procesu dozowania następuje wymieszanie składników. Mieszanka układana jest w sposób ciągły za poruszającym się pojazdem. Jednokrotny przejazd pojazdu umożliwia ułożenie warstwy o grubości od 0,2 cm do 2,0 cm i szerokości urządzenia rozkładającego (zazwyczaj około 3 m).

(8) Podłoże pod cienką warstwę na zimno powinno być czyste, w przypadku mocno zniszczonych i spękanych powierzchni można zastosować spryskanie emulsją asfaltową lub lepiszczem asfaltowym na gorąco w ilości wskazanej w specyfikacji technicznej w zależności od chłonności podłoża.

(9) Warstwa po ułożeniu pozostaje urabialna przez około 2-3 minuty, w zależności od zastosowanych materiałów. Po tym czasie warstwa twardnieje, a na jej powierzchni można zaobserwować wydzielającą się wodę pozostałą po rozpadzie emulsji asfaltowej. Spójność wewnętrzną i stabilizację, w zależności od zastosowanych materiałów i ich proporcji, mieszanka uzyskuje zazwyczaj w czasie od 15 do 60 minut.

(10) Po pełnej stabilizacji mieszanki można ułożyć drugą warstwę w tej samej technologii, lub dopuścić ruch kołowy z zastrzeżeniem, że do 72 godzin po wykonaniu należy ograniczyć prędkość do 40 km/h.

4.5. Cienka warstwa na gorąco

(1) Technologia cienkiej warstwy na gorąco jest przeznaczona do wykonywania zabiegów utrzymaniowych oraz wykonywania nowych warstw ścieralnych, podczas odnowy i remontów dróg o dostatecznej nośności. Cienkie warstwy na gorąco mogą być układane na nawierzchni asfaltowej.

(2) Technologia cienkiej warstwy na gorąco polega na ułożeniu warstwy wierzchniej nawierzchni o grubości od 1,0 cm do 3,0 cm w zależności od wymiaru D zastosowanego kruszywa.

(3) Cienką warstwę na gorąco wykonuje się z mieszanki mineralno-asfaltowej typu AC, SMA, BBTM lub AUTL produkowanej w wytwórni. Gorącą mieszankę dostarcza się na miejsce wbudowania, układa mechanicznie rozkładarką i zagęszcza walcem drogowym.

(4) Cienkie warstwy na gorąco stosuje się do:

- a) odtworzenia szorstkiej warstwy ścieralnej,
- b) wytworzenia odpowiedniej makrotekstry nawierzchni,
- c) uszczelnienia warstwy jezdnej nawierzchni drogowej przed wnikaniem wody (w przypadku mieszanek SMA i AC),
- d) obniżenia hałaśliwości (w przypadku mieszanek BBTM),
- e) powstrzymania lub opóźnienia postępującej degradacji nawierzchni,
- f) odtworzenia jednolitego wyglądu warstwy ścieralnej.

(5) Cienkie warstwy na gorąco przeznaczone są do wykonywania cienkich warstw ścieralnych na drogach bez ograniczeń w zakresie kategorii ruchu i klasy drogi. Do dróg o kategorii ruchu od KR3 i wyższych zaleca się stosowanie asfaltów modyfikowanych.

(6) Podczas stosowania tej technologii nie występuje ubytek kruszywa, co chroni pieszych oraz pojazdy przed luźnym kruszywem. Technologia ta jest szczególnie zalecana do wykonywania warstw ścieralnych nawierzchni o ruchu ciężkim i nawierzchni ulic w miastach. Cienka warstwa na gorąco możliwa jest do stosowania w miejscach o ograniczonej grubości nowej warstwy, np. ulice miast, nawierzchnie na obiektach mostowych lub nawierzchnie dróg pod wiadukтами.

(7) Technologia cienkiej warstwy na gorąco polega na wytworzeniu w wytwórni mieszanki mineralno-asfaltowej składającej się z wypełniacza, kruszywa drobnego, kruszywa grubego i lepiszcza asfaltowego z ewentualnym dodatkami stabilizatora. W zakresie kompozycji składu i wymaganych właściwości należy stosować wytyczne lub specyfikacje oraz najnowsze obowiązujące normy techniczne.

(8) W technologii cienkiej warstwy na gorąco stosuje się mieszanki typu:

- a) beton asfaltowy: AC 5, AC 8,
- b) mastyks grysowy: SMA 5, SMA 8,
- c) mieszanka o nieciągłym uziarnieniu do bardzo cienkich warstw: BBTM 5, BBTM 8,
- d) mieszanka do ultra-cienkich warstw: AUTL 5, AUTL 8.

(9) Mieszanki mineralno-asfaltowe do wykonywania cienkich warstw na gorąco produkuje się w wytwórni, dostarcza na miejsce wbudowania, układa mechanicznie rozkładarką i zagęszcza walcem drogowym.

(10) Przy doborze rodzaju mieszanki mineralno-asfaltowej do układu warstw konstrukcyjnych zaleca się stosowanie zasady mówiącej, że grubość warstwy powinna być co najmniej 2,5-krotnie większa od wymiaru D kruszywa danej mieszanki ($h \geq 2,5D$). Zazwyczaj grubość warstwy wynosi od 1,0 cm do 3,0 cm. W przypadku mieszanek o nieciągłym uziarnieniu można odstąpić od tego zalecenia, jeśli przemawiają za tym względy techniczne.

(11) Podłoże pod cienką warstwę na gorąco powinno być czyste i suche. Jeżeli na naprawianej nawierzchni występuje stare lub tymczasowe oznakowanie poziome należy je usunąć. Przed ułożeniem mieszanki, powierzchnię należy spryskać emulsją asfaltową lub lepiszczem asfaltowym na gorąco w ilości wskazanej w

specyfikacji technicznej w zależności od chłonności podłoża, w przypadku mocno zniszczonych i spękanych powierzchni można zastosować spryskanie emulsją asfaltową modyfikowaną lub lepiszczem asfaltowym na gorąco w większej ilości wskazanej w specyfikacji technicznej. W przypadku układania cienkiej warstwy na gorąco z mieszanki BBTM o deklarowanej w badaniu typu zawartości wolnych przestrzeni powyżej 8%, należy wykonać specjalne uszczelnienie powierzchni, na której układana jest mieszanka. Należy zwrócić szczególną uwagę na zapewnienie odpowiedniego odwodnienia takiej konstrukcji aby woda nie zalegała w warstwie.

4.6. Frezowanie nawierzchni

(1) Technologia frezowania może być stosowana jako doraźny samodzielny zabieg lub jako element innych zabiegów remontowych i utrzymaniowych.

(2) Frezowanie nawierzchni jako samodzielny zabieg wykonuje się w celu:

- a) miejscowej likwidacji nierówności podłużnych i poprzecznych,
- b) poprawienia równości podłużnej i poprzecznej nawierzchni drogowej.

(3) Frezowanie nawierzchni jako element innych zabiegów wykonuje się w celu miejscowego lub całopowierzchniowego usunięcia warstwy lub warstw nawierzchni.

(4) Technologia frezowania polega na usunięciu warstw nawierzchniowych za pomocą zmechanizowanych urządzeń frezujących wyposażonych w bęben skrawający. Szerokość oraz wyposażenie bębna skrawającego dobiera się w zależności od zakresu i rodzaju prowadzonych prac.

4.6.1. Frezowanie nawierzchni jako samodzielny zabieg

(1) Technologia polega na wykonaniu frezowania częściowego nawierzchni drogowej w celu likwidacji nierówności podłużnych i poprzecznych oraz w celu poprawy bezpieczeństwa. Jest to zabieg doraźny i powinien być stosowany jako rozwiązanie tymczasowe. Nawierzchnię poddaną takiemu zabiegowi należy ująć w planie remontowym zgodnie z przyjętą strategią z perspektywą jej naprawy do 3 lat od wykonania zabiegu.

(2) Po nawierzchni drogowej wyprofilowanej poprzez frezowanie może odbywać się ruch drogowy jeżeli głębokość rowków nie przekracza 6 mm. Nawierzchnię drogową po frezowaniu częściowym należy oczyścić i odpylić.

(3) Na nawierzchni gdzie przeprowadzono frezowanie częściowe można wykonać zabieg powierzchniowego utrwalenia lub ułożyć cienką warstwę w technologii na zimno lub na gorąco.

4.6.2. Frezowanie nawierzchni jako element innych zabiegów

(1) Frezowanie jako element innych zabiegów stosuje się w celu usunięcia części lub całości warstw nawierzchni drogowych (rys. 4.6.2.1).

(2) Szerokość, głębokość oraz kierunek frezowania należy dobrać w zależności od przeznaczenia prowadzonych prac. Jeżeli nawierzchnię drogową frezuje się na całej szerokości pasami w celu przygotowania powierzchni do ułożenia nowych warstw, różnica w wysokości pomiędzy sąsiadującym pasami po frezowaniu nie powinna różnić się o więcej niż $5,0 \pm 1,0$ mm. Głębokość frezowania powinna odpowiadać głębokości określonej w dokumentacji z dokładnością $\pm 5,0$ mm.

(3) Frezowanie można prowadzić selektywnie lub całościowo.

(4) Frezowanie selektywne polega na usuwaniu kolejnych warstw nawierzchni o jednakowych właściwościach i uśrednionej grubości warstw. W celu przeprowadzania frezowania selektywnego należy wykonać rozpoznanie terenowe grubości i obszaru istniejących warstw i opracować plan frezowania. Materiał z frezowania selektywnego należy składować oddzielnie i oznaczyć.

(5) Frezowanie całościowe polega na frezowaniu więcej niż jednej warstwy nawierzchni podczas jednego przejścia urządzenia frezującego. Jeżeli przewidziano wykorzystanie sfrezowanego materiału do powtórnego zastosowania w technologii recyklingu, sfrezowany materiał należy odpowiednio oznaczyć, zabezpieczyć i poddać kwalifikacji.



Rys. 4.6.2.1. Przykład frezowania nawierzchni na całej powierzchni [fot. Jan Król]

4.7. Wymiana warstwy nawierzchni

- (1) Wymianę warstwy lub warstw nawierzchni stosuje się w celu przywrócenia nawierzchni do stanu pierwotnego lub poprawy równości poprzecznej nawierzchni.
- (2) Zakres wymiany warstwy lub warstw nawierzchni powinny być określone w dokumentacji i wynikać ze stanu istniejącego nawierzchni oraz jej funkcji i przeznaczenia.
- (3) Usunięcie istniejącej warstwy lub warstw nawierzchni drogowej wykonuje się metodą frezowania, dopuszcza się inne metody rozbiórki nie ingerujące w stan warstw leżących poniżej. Powierzchnię nawierzchni po frezowaniu należy oczyścić z luźnego materiału. Wykonanie nowych warstw należy wykonać zgodnie z obowiązującymi normami i dokumentami takimi jak wytyczne techniczne lub specyfikacje techniczne.
- (4) Wymiana warstw nawierzchni może obejmować całą jezdnię, jeden pas ruchu lub być ograniczona jedynie do podłużnego pasa nawierzchni o szerokości, w której wystąpiło zniszczenie. Należy dążyć do ujednoludnienia właściwości warstwy wierzchniej pod względem wizualnym oraz pod względem właściwości powierzchniowych.
- (5) Jeżeli usuwana warstwa nawierzchni poprzez frezowanie jest jednorodna, a jedynie uległa degradacji (np. spękania, deformacje) lub nie spełnia wymagań (np. niewystarczające zagęszczenie, nieodpowiednia ilość lepiszcza) zaleca się powtórne wykorzystanie sfrezowanego materiału w technologii recyklingu. W przypadku niejednorodnych warstw, dopuszcza się zastosowanie odpowiednich zabiegów technicznych mających na celu ujednoludnienie materiału pozyskanego z rozbiórki w celu ich dalszej przydatności do recyklingu.

4.7.1. Wymiana warstwy ścieralnej z mieszanek zamkniętych

- (1) Pod pojęciem mieszanek zamkniętych rozumie się mieszanki mineralno-asfaltowe o projektowanej w badaniu typu zawartości wolnej przestrzeni $\leq 4\%$, najczęściej typu beton asfaltowy (AC), mieszanka mastykowo-grysowa (SMA) i asfalt lany (MA). Dopuszcza się stosowanie innego rodzaju mieszanek mineralno-asfaltowych, jeżeli zostało spełnione kryterium zawartości wolnych przestrzeni.
- (2) Mieszanki mineralno-asfaltowe powinny spełniać wymagania techniczne stosownie do kategorii obciążenia ruchem określone w specyfikacjach technicznych. Mieszanki mineralno-asfaltowe należy stosować zgodnie z deklarowaną przydatnością do przewidywanego zastosowania. Dopuszcza się stosowanie materiału z recyklingu nawierzchni asfaltowych (np. granulatu asfaltowego lub destruktu asfaltowego po ich uprzednim zakwalifikowaniu). Warstwa ścieralna nie stanowi ograniczenia do stosowania materiału z recyklingu. Materiał z recyklingu powinien być stosowany w zgodzie z obowiązującymi przepisami prawa.

(3) Uzyskanie wymaganej trwałości nawierzchni jest uzależnione od zapewnienia połączenia między układanymi warstwami oraz ich współpracy w przenoszeniu obciążeń nawierzchni wywołanych ruchem pojazdów. Zapewnienie połączenia międzywarstwowego wymaga starannego przygotowania podłoża, na którym będą układane kolejne warstwy asfaltowe. W tym celu na oczyszczoną z luźnego materiału warstwę nanosi się warstwę emulsji asfaltowej lub lepiszcza asfaltowego na gorąco w ilości wskazanej w specyfikacji technicznej w zależności od chłonności podłoża. Skropienie emulsją asfaltową lub lepiszczem asfaltowym na gorąco ma na celu zwiększenie siły połączenia pomiędzy warstwami konstrukcyjnymi oraz zabezpieczenie przed wnikaniem i zaleganiem wody pomiędzy warstwami. Można zaniechać lub ograniczyć stosowanie emulsji lub asfaltu na gorąco, jeżeli stosuje się technologię układania mieszanek mineralno-asfaltowych gorące na gorące lub układa się warstwę z asfaltu lanego.

(4) Wszelkie połączenia technologiczne należy uszczelniać odpowiednimi materiałami (np. w postaci taśm, past lub mas zalewowych).

(5) Mieszanki mineralno-asfaltowe powinny być transportowane z wytwórni na miejsce wbudowania w sposób zapewniający ich prawidłowe wbudowanie i zagęszczenie. Mieszanki mineralno-asfaltowe wbudowuje się w nawierzchnię drogową za pomocą urządzeń mechanicznych pozwalających uzyskać właściwy stopień zagęszczenia oraz odpowiednią do danej klasy drogi równość podłużną. Prace budowlane należy prowadzić w warunkach pogodowych pozwalających na transport, wbudowanie i właściwe zagęszczenie warstwy nawierzchni drogowej.

(6) Warstwa nawierzchni po wbudowaniu powinna być równa i jednorodna na całej powierzchni. Warstwa ścieralna powinna mieć jednorodną teksturę i strukturę, a w przypadku mieszanek SMA i MA należy stosować uszorstnienie z kruszywa bezpośrednio po ułożeniu warstwy ścieralnej w początkowym okresie jej zagęszczania.

4.7.2. Wymiana warstwy ścieralnej z mieszanek półotwartych i otwartych

(1) Pod pojęciem mieszanek otwartych rozumie się mieszanki mineralno-asfaltowe o projektowanej zawartości wolnej przestrzeni $>15\%$, najczęściej typu asfalt porowaty (PA).

(2) Pod pojęciem mieszanek półotwartych rozumie się mieszanki mineralno-asfaltowe o projektowanej zawartości wolnej przestrzeni $>4\%$ i $\leq 15\%$, mieszanki o nieciągłym uziarnieniu do cienkich warstw (BBTM) i mieszanki mastykowo-grysowe o otwartych porach (SMA-LA). Dopuszcza się stosowanie innego rodzaju mieszanek mineralno-asfaltowych, jeżeli zostało spełnione kryterium zawartości wolnych przestrzeni.

(3) Mieszanki mineralno-asfaltowe powinny spełniać wymagania techniczne stosownie do kategorii obciążenia ruchem określone w specyfikacjach technicznych. Mieszanki mineralno-asfaltowe należy stosować zgodnie z deklarowaną przydatnością do przewidywanego zastosowania. Dopuszcza się stosowanie materiału z recyklingu nawierzchni asfaltowych (np. granulatu asfaltowy lub destruktu asfaltowy po ich uprzednim zakwalifikowaniu). Warstwa ścieralna nie stanowi ograniczenia do stosowania materiału z recyklingu. Materiał z recyklingu powinien być stosowany zgodnie z obowiązującymi przepisami prawa. W przypadku mieszanek mineralno-asfaltowych półotwartych i otwartych istnieje praktyczne ograniczenie w stosowaniu recyklingu ze względu na uziarnienie mieszanek. Jako materiał z recyklingu zaleca się stosowanie materiału uzyskanego z frezowania warstw nawierzchni wykonanych z podobnych typów mieszanek mineralno-asfaltowych.

(4) Uzyskanie wymaganej trwałości nawierzchni jest uzależnione od zapewnienia połączenia między układanymi warstwami oraz ich współpracy w przenoszeniu obciążeń nawierzchni wywołanych ruchem pojazdów. Zapewnienie połączenia międzywarstwowego wymaga starannego przygotowania podłoża, na którym będą układane kolejne warstwy asfaltowe. W przypadku warstw układanych z mieszanek otwartych i półotwartych warstwa połączenia międzywarstwowego stanowi jednocześnie warstwę uszczelniającą. W tym celu na oczyszczoną z luźnego materiału warstwę nanosi się warstwę emulsji asfaltowej lub lepiszcza asfaltowego na gorąco w ilości od 2 do 3 kg/m² z posypaniem kruszywem otoczonym lepiszczem w ilości od 5 do 10 kg/m². Dopuszcza się stosowanie jako uszczelnienie materiały hydroizolacyjne. Optymalną ilość materiału oraz technologię wykonania uszczelniania należy ustalić na odcinku próbnym układania mieszanki mineralno-asfaltowej. Warstwę uszczelniającą należy chronić przed uszkodzeniem, w szczególności od ruchu technologicznego.

(5) Jeżeli mieszanki mineralno-asfaltowe układa się pasami o szerokości mniejszej niż całkowita szerokość jezdni, nie należy stosować żadnych materiałów do uszczelnienia połączeń technologicznych w celu umożliwienia swobodnego odprowadzenia wody z nawierzchni. Wyjątek stanowi podłużne połączenie technologiczne w nawierzchni o poprzecznym przekroju daszkowym, gdzie dopuszcza się wykonanie uszczelnienia podłużnego w osi drogi.

(6) Mieszanki mineralno-asfaltowe powinny być transportowane z wytwórni na miejsce wbudowania w sposób zapewniający ich prawidłowe wbudowanie i zagęszczenie. Mieszanki mineralno-asfaltowe wbudowuje się w nawierzchnię drogową za pomocą urządzeń mechanicznych pozwalających uzyskać właściwy stopień zagęszczenia oraz odpowiednią do danej klasy drogi równość podłużną. Prace budowlane należy prowadzić w warunkach pogodowych pozwalających na transport, wbudowanie i właściwe zagęszczenie warstwy nawierzchni drogowej. Należy zwrócić uwagę, że mieszanki mineralno-asfaltowe o strukturze otwartej i półotwartej są bardziej narażone na wychłodzenie niż tradycyjne mieszanki o strukturze zamkniętej.

(7) Warstwa nawierzchni po wbudowaniu powinna być równa i jednorodna na całej powierzchni. Nie stosuje się uszorstnienia na warstwie z mieszanek o strukturze otwartej i półotwartej.

4.7.3. Wymiana warstw asfaltowych poniżej warstwy ścieralnej nawierzchni drogowej

(1) Mieszanki mineralno-asfaltowe stosowane do warstw niższych powinny spełniać wymagania techniczne stosownie do kategorii obciążenia ruchem określone w specyfikacjach technicznych. Mieszanki mineralno-asfaltowe należy stosować zgodnie z deklarowaną przydatnością do przewidywanego zastosowania. Dopuszcza się stosowanie materiału z recyklingu nawierzchni asfaltowych (np. granulatu asfaltowy lub destruktu asfaltowy po ich uprzednim zakwalifikowaniu). Rodzaj warstwy niższej nie stanowi ograniczenia do stosowania materiału z recyklingu.

(2) Uzyskanie wymaganej trwałości nawierzchni jest uzależnione od zapewnienia połączenia między układanymi warstwami oraz ich współpracy w przenoszeniu obciążeń nawierzchni wywołanych ruchem pojazdów. Zapewnienie połączenia międzywarstwowego wymaga starannego przygotowania podłoża, na którym będą układane kolejne warstwy asfaltowe. W tym celu na oczyszczoną z luźnego materiału warstwę nanosi się warstwę emulsji asfaltowej lub lepiszcza asfaltowego na gorąco. Skropienie emulsją asfaltową lub lepiszczem asfaltowym na gorąco ma na celu zwiększenie siły połączenia pomiędzy warstwami konstrukcyjnymi oraz zabezpieczenie przed wnikaniem i zaleganiem wody pomiędzy warstwami. W celu zabezpieczenia skopienia możliwe jest zastosowanie preparatu wapiennego. Można zaniechać lub ograniczyć stosowanie emulsji lub asfaltu na gorąco jeżeli stosuje się technologię układania mieszanek mineralno-asfaltowych gorące na gorąco lub układa się warstwę z asfaltu lanego. Możliwe jest zastosowanie preparatu wapiennego w celu zabezpieczenia

(3) Jeżeli wymianie podlega więcej niż jedna warstwa nawierzchni, a prace nie są prowadzone na całej szerokości jedni (np. warstwa ścieralna/wiążąca), należy tak zaplanować frezowanie i układanie mieszanek, żeby kolejno układane warstwy były przesunięte względem siebie co najmniej 30 cm. Złącza w warstwach nawierzchni powinny być wykonane w linii prostej oraz złącze podłużne nie powinno być lokalizowane w przewidywanym śladzie kół, a także w obszarze przewidywanego poziomego oznakowania jezdni. Złącza muszą być całkowicie związane, a powierzchnie przylegających warstw powinny być w jednym poziomie.

(4) Jeżeli mieszanki mineralno-asfaltowe układa się pasami o szerokości mniejszej niż całkowita szerokość jezdni, do uszczelnienia połączeń technologicznych należy stosować kompatybilne z mieszanką mineralno-asfaltową materiały asfaltowe (np. w postaci taśm, past lub mas zalewowych).

(5) Mieszanki mineralno-asfaltowe powinny być transportowane z wytwórni na miejsce wbudowania w sposób zapewniający ich prawidłowe wbudowanie i zagęszczenie. Mieszanki mineralno-asfaltowe wbudowuje się w nawierzchnię drogową za pomocą urządzeń mechanicznych pozwalających uzyskać właściwy stopień zagęszczenia oraz odpowiednią do danej klasy drogi równość podłużną. Prace budowlane należy prowadzić w warunkach pogodowych pozwalających na transport, wbudowanie i właściwe zagęszczenie warstwy nawierzchni drogowej.

(6) Warstwa nawierzchni po wbudowaniu powinna być równa i jednorodna na całej powierzchni.

4.7.4. Wymiana górnych warstw w technologii nawierzchni jednowarstwowej

(1) Pod pojęciem mieszanki mastykowo-grysowej SMA-JENA do nawierzchni jednowarstwowej rozumie się mieszankę mastykowo grysową SMA o uziarnieniu do 16 mm o projektowanej w badaniu typu zawartości wolnej przestrzeni od 2,5% do 4,5%, przeznaczonej do układania w jednej warstwie o grubości od 5 cm do 10 cm, zamiast w tradycyjnym układzie dwóch warstw. Warstwa taka charakteryzuje się odpornością na koleinowanie.

(2) Mieszanki mastykowo-grysowe SMA-JENA do nawierzchni jednowarstwowej powinny spełniać wymagania techniczne stosownie do kategorii obciążenia ruchem określone w specyfikacjach technicznych. Technologię SMA-JENA stosuje się do nawierzchni drogowych o kategorii obciążenia ruchem od KRO do KR6. Mieszanki te należy stosować zgodnie z deklarowaną przydatnością do przewidywanego zastosowania. Dopuszcza się

stosowanie materiału z recyklingu nawierzchni asfaltowych (np. granulatu asfaltowego lub destruktu asfaltowego po ich uprzednim zakwalifikowaniu). Nawierzchnia jednowarstwowa będąca jednocześnie warstwą ścieralną nie stanowi ograniczenia do stosowania materiału z recyklingu. Materiał z recyklingu powinien być stosowany w zgodzie z obowiązującymi przepisami prawa.

(3) Mieszkankę SMA-JENA układa się w jednej warstwie po sfrezowaniu warstwy ścieralnej lub warstw ścieralnej i wiążącej. Ułożenie mieszanki w jednej warstwie do 10 cm eliminuje połączenie międzywarstwowe pomiędzy warstwą ścieralną i wiążącą co pozwala uzyskać wyższą trwałość nawierzchni oraz ogranicza ryzyko błędów wykonawczych. Trwałości nawierzchni jest uzależniona od zapewnienia dobrego połączenia między układanymi warstwami oraz ich współpracy w przenoszeniu obciążeń nawierzchni wywołanych ruchem pojazdów. Jeżeli mieszanka SMA-JENA jest układana na niżej leżących warstwach asfaltowych, należy zapewnić odpowiednie połączenie międzywarstwowe. Zapewnienie połączenia międzywarstwowego wymaga starannego przygotowania podłoża, na którym będzie układana warstwa SMA-JENA. W tym celu na oczyszczonej z luźnego materiału warstwę nanosi się warstwę emulsji asfaltowej lub lepiszcza asfaltowego na gorąco w ilości wskazanej w specyfikacji technicznej w zależności od chłonności podłoża. Skropienie emulsją asfaltową lub lepiszczem asfaltowym na gorąco ma na celu zwiększenie siły połączenia pomiędzy warstwami konstrukcyjnymi oraz zabezpieczenie przed wnikaniem i zaleganiem wody pomiędzy warstwami.

(4) Jeżeli mieszanka mineralno-asfaltowa SMA-JENA układana jest pasami o szerokości mniejszej niż całkowita szerokość jezdni, do uszczelnienia połączeń technologicznych należy stosować kompatybilne z mieszanką mineralno-asfaltową materiały asfaltowe (np. w postaci taśm, past lub mas zalewowych). Brzeg sąsiadującej warstwy SMA-JENA powinien być równo obcięty pod kątem. Mieszanka ta jest mieszanką gruboziarnistą dlatego grubość warstwy sklejającej musi być relatywnie duża. Zaleca się stosowanie taśm asfaltowo-polimerowych rozkładanych ręcznie o grubości min. 10 mm lub mas asfaltowo-polimerowych rozkładanych maszynowo.

(5) Mieszanki mineralno-asfaltowe powinny być transportowane z wytwórni na miejsce wbudowania w sposób zapewniający ich prawidłowe wbudowanie i zagęszczenie. Mieszanki mineralno-asfaltowe wbudowuje się w nawierzchnię drogową za pomocą urządzeń mechanicznych pozwalających uzyskać właściwy stopień zagęszczenia oraz odpowiednią do danej klasy drogi równość podłużną. Prace budowlane należy prowadzić w warunkach pogodowych pozwalających na transport, wbudowanie i właściwe zagęszczenie warstwy nawierzchni drogowej.

(6) Warstwa nawierzchni jednowarstwowej po wbudowaniu powinna być równa i jednorodna na całej powierzchni. Powinna mieć jednorodną teksturę i strukturę, a jej powierzchnię należy uszorstnić za pomocą kruszywa. Posypkę uszorstniającą wykonuje się bezpośrednio po ułożeniu warstwy w początkowym okresie jej zagęszczania. Rozłożoną posypkę należy przywałować walcem do gorącej warstwy. Po wystygnięciu warstwy nadmiar luźnej posypki należy usunąć szczotką mechaniczną.

4.8. Naprawy pęknięć

(1) Decyzja o remoncie nawierzchni w celu naprawy pęknięć powinna wynikać z oceny wizualnej oraz oceny indeksu spękań, współpracy spękanej nawierzchni w obrębie pęknięcia oraz warunków podparcia.

(2) Na podstawie oceny nawierzchni podejmuje się decyzję, czy naprawiać pojedynczo pęknięcia, czy wykonać naprawę całej powierzchni w postaci membrany przeciwspekaniowej. W każdym wypadku ostateczną decyzję należy podjąć po wnikliwej, indywidualnej analizie, biorąc pod uwagę także przewidywaną propagację pęknięć i zwiększanie indeksu spękań w czasie.

4.8.1. Naprawa i wypełnianie pęknięć metodą pasmową

(1) Wypełnienie pęknięcia metodą pasmową bez rozfrezowania przeznaczone jest do uszczelnienia pojedynczych pęknięć w istniejącej nawierzchni drogowej z przeznaczeniem do przykrycia nową warstwą nawierzchni lub jako samodzielna naprawa (rys. 4.8.1.1a, rys. 4.8.1.2).

(2) Wypełnienie pęknięcia metodą pasmową z rozfrezowaniem przeznaczone jest do uszczelnienia pojedynczych pęknięć w istniejącej nawierzchni drogowej jako samodzielna naprawa (rys. 4.8.1.1b).

a) Wypełnienie pęknięcia metodą pasmową bez rozfrezowania



b) Wypełnienie pęknięcia metodą pasmową z rozfrezowaniem



Rys. 4.8.1.1. Schemat wypełniania pęknięć metodą pasmową



Rys. 4.8.1.2. Przykład wypełnienia pęknięcia metodą pasmową bez rozfrezowania [fot. Jan Król]

(3) Wypełnienie metodą pasmową stosuje się w celu:

- a) tymczasowej naprawy pojedynczych pęknięć,
- b) zabezpieczenia nawierzchni przed postępującą degradacją,
- c) zabezpieczenia niższych warstw nawierzchni przed wnikaniem wody.

(4) Naprawę pęknięć przeprowadza się przy bezdeszczowej pogodzie, na suchej nawierzchni oraz w temperaturze powietrza co najmniej 5°C (zalecane 10°C).

(5) Pęknięcie nacina się przy pomocy piły lub frezu trójkątnego w celu nadania mu regularnego kształtu zbliżonego do prostokątnego.

(6) W zależności od szerokości rozwarcia rysy podejmuje się zabiegi naprawcze, zgodnie z tab. 4.8.1.1.

Tab. 4.8.1.1. Zabiegi naprawcze w zależności od rodzaju pęknięcia w metodzie pasmowej

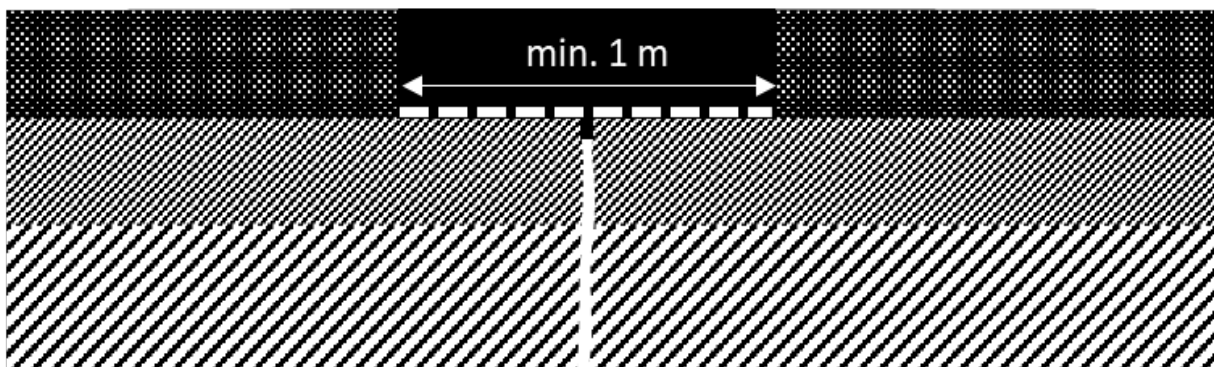
Rodzaj pęknięcia	Zabiegi naprawcze
o szerokości ≤3 mm	Powierzchnię pęknięcia należy oczyścić mechanicznie na całej długości Wzdłuż pęknięcia nanosi się asfaltową emulsję kationową lub masą zalewową na gorąco, tak żeby zapewnić wypełnienie pęknięcia Powierzchnię naprawianego spękania w miejscu aplikacji emulsji asfaltowej posypuje się czystym i suchym kruszywem drobnym o maksymalnym uziarnieniu do 4 mm

Rodzaj pęknięcia	Zabiegi naprawcze
o szerokości >3 mm i ≤10 mm	Powierzchnię pęknięcia należy oczyścić mechanicznie na całej długości oraz dodatkowo rozwarć rysy czyści się sprężonym powietrzem pod wysokim ciśnieniem Ścianki pęknięcia gruntuje się gruntownikiem zalecany przez producenta masy zalewowej na gorąco Pęknięcie wypełnia się asfaltową masą zalewową na gorąco Powierzchnię naprawianego spękania w miejscu aplikacji asfaltowego materiału naprawczego posypuje się czystym i suchym kruszywem drobnym o maksymalnym uziarnieniu do 4 mm lub cementem
o szerokości >10 mm i ≤30 mm	Powierzchnię pęknięcia należy oczyścić mechanicznie na całej długości oraz dodatkowo rozwarć rysy czyści się sprężonym powietrzem pod wysokim ciśnieniem. Alternatywnie prostoliniowe i zanieczyszczone pęknięcie można rozfryzować i oczyścić sprężonym powietrzem Zaleca się miejscowe podgrzanie oczyszczonej szczeliny w celu zmiękczenia asfaltu i zapewnienia dobrego połączenia z asfaltowym materiałem naprawczym. Ścianki rozwartej i oczyszczonej szczeliny należy zagruntować gruntownikiem zalecany przez producenta zalewy. Pęknięcie wypełnia się asfaltową masą zalewową na gorąco. Należy zapewnić dobre złączenie materiału naprawczego z powierzchnią rozwartej szczeliny Powierzchnię naprawianego spękania w miejscu aplikacji asfaltowego materiału naprawczego posypuje się czystym i suchym kruszywem drobnym o maksymalnym uziarnieniu do 5 mm
o szerokości >30 mm i ≤70 mm lub poprzeczne przebiegające w poprzek całej jezdni lub długie spękania prostoliniowe >5 mb biegnące wzdłuż osi jedni	Zastosować technologię j.w. z dodatkiem kruszywa, która polega na warstwowym dosypywaniu w szczelinę kruszywa i warstwowym zalewaniu masą zalewową. Kruszywo musi być gorące (pow. 120 °C) i odpylone. Alternatywnie: - wzdłuż pęknięcia wyfrezować pasmo na szerokość od 20 do 50 cm na głębokość umożliwiającą ułożenie i zagęszczenie mieszanki mineralno-asfaltowej w jednej warstwie, - powierzchnię wyfrezowania należy oczyścić mechanicznie na całej długości oraz dodatkowo rozwarć rysy czyści się sprężonym powietrzem pod wysokim ciśnieniem (zastosowanie podgrzania powoduje zmiękczenie lepiska i zapewnia dobre połączenie z masą zalewową na gorąco), - spękanie poniżej wyfrezowanej powierzchni po oczyszczeniu należy wypełnić w zależności od rozwartości rysy wg wyżej wskazanych zabiegów naprawczych, - złącza technologiczne uszczelnia się np. taśmą topliwą lub pastą, a wyfrezowaną i zagruntowaną (skropioną) przestrzeń wypełnia się mieszanką mineralno-asfaltową i zagęszcza.

(7) Jeżeli pęknięcia są głębokie, a w szczelinie widoczne jest rozluźnienie materiału poniżej warstw bitumicznych, zaleca się wypełnienie spękania luźnym kruszywem drobnym z dodatkiem cementu i wody w celu wytworzenia podparcia masy zalewowej. Alternatywnie, w szczelinie można umieścić sznur lub kord gumowy aby zapobiec obniżaniu się zalewy w szczelinie. W przypadku słabej współpracy nawierzchni w obrębie spękania oraz rozluźnieniu i wypłukaniu warstw niższych, zaleca się wykonanie iniekcji i wytworzenie podparcia obydwu krańców nawierzchni w obrębie spękania.

4.8.2. Naprawa spękania poprzecznego z wykorzystaniem geosyntetyków

(1) Naprawę spękań poprzecznych nawierzchni drogowej, które powstały jako spękania odbite od sztywnej podbudowy, można wykonać metodą płytką z zastosowaniem geosiatek ułożonych w lokalnie wyfrezowanym pasie warstwy ścieralnej. Tego typu naprawa służy głównie do opóźnienia przenoszenia się spękania z warstw niższych na warstwę ścieralną oraz zakłada dobre warunki podparcia całej konstrukcji nawierzchni (rys. 4.8.2.1). W przypadku metody płytkiej grubość warstwy z mieszanki mineralno-asfaltowej układanej nad geosyntetykiem powinna wynosić minimum 40 mm. Krawędzie naprawy należy uszczelnić zgodnie z zaleceniami podanymi w rozdz.4.8.1.

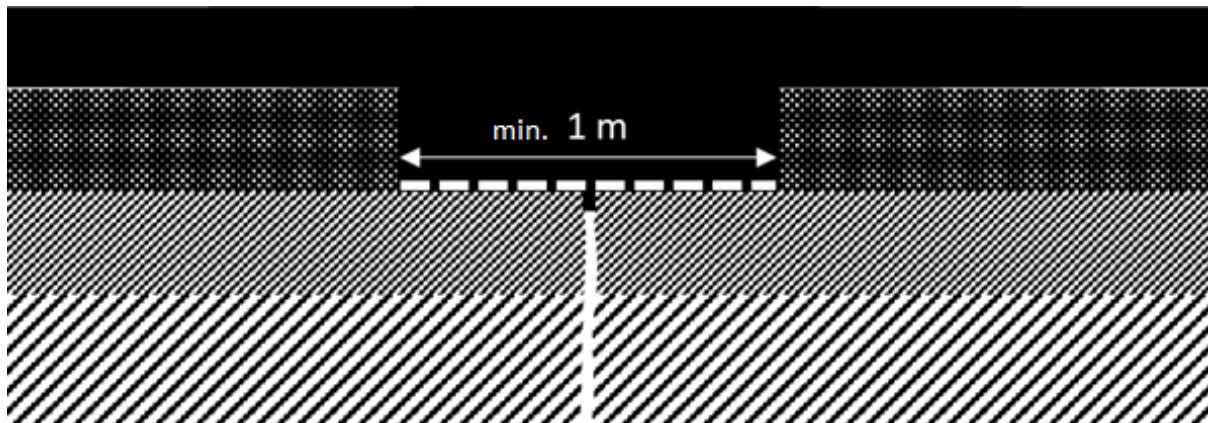


Rys. 4.8.2.1. Naprawa płytki z zastosowaniem geosyntetyków

(2) Jeżeli przewidziano układanie nowej warstwy ścieralnej na naprawianej nawierzchni, zasada wykonania naprawy jest identyczna jak powyżej, z tym że nad naprawianą warstwę układa się nową warstwę z mieszanki mineralno-asfaltowej (rys. 4.8.2.2).

(3) W obydwu przypadkach (rys. 4.8.2.1 i 4.8.2.2) spękanie należy oczyścić i uszczelnić zgodnie z zasadami stosowanymi w metodzie naprawy pęknięć.

(4) Naprawa głęboka spękań poprzecznych nawierzchni drogowej z zastosowaniem geosyntetyków (siatek lub georusztów) jest rozwiązaniem przeznaczonym do naprawy pęknięć odbitych od nieciągłości w sztywnej podbudowie wykonanej w technologii stabilizacji spoiwem hydraulicznym lub w technologii chudego betonu cementowego.

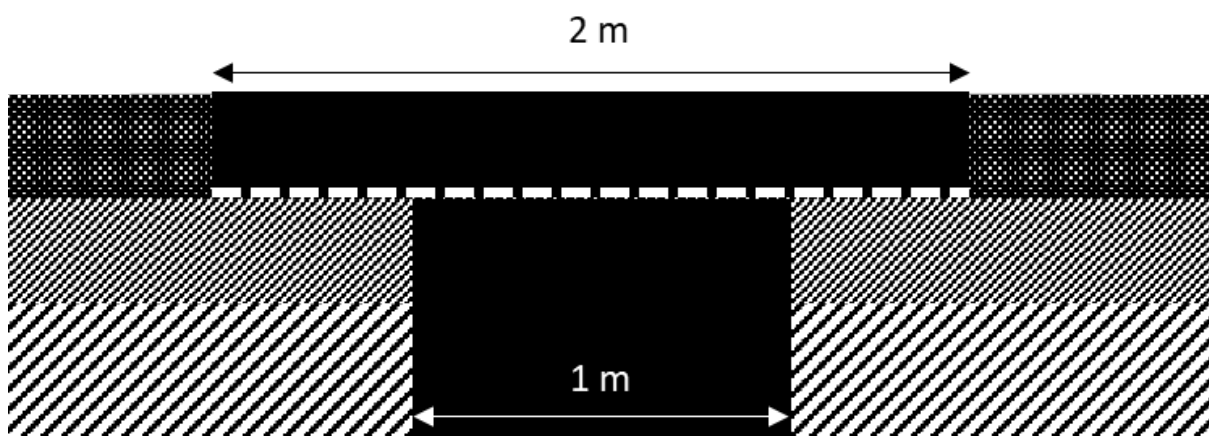


Rys. 4.8.2.2. Naprawa płytki z zastosowaniem geosyntetyków pod nową nawierzchnią

(5) Naprawę spękań tą metodą należy przeprowadzić, frezując warstwę asfaltową na głębokość około 6 cm na szerokości całego przekroju poprzecznego i długości pasa 2,0 m, symetrycznie wobec istniejącego spękania. Warstwy leżące poniżej frezuje się na całkowitą głębokość warstw konstrukcyjnych, na szerokości całego przekroju poprzecznego i długości pasa 1,0 m, symetrycznie wobec istniejącego spękania. W przypadku degradacji podłoża, znajdującego się poniżej miejsca spękania, należy przeprowadzić miejscową wymianę i/lub wzmocnienie podłoża poprzez zastosowanie:

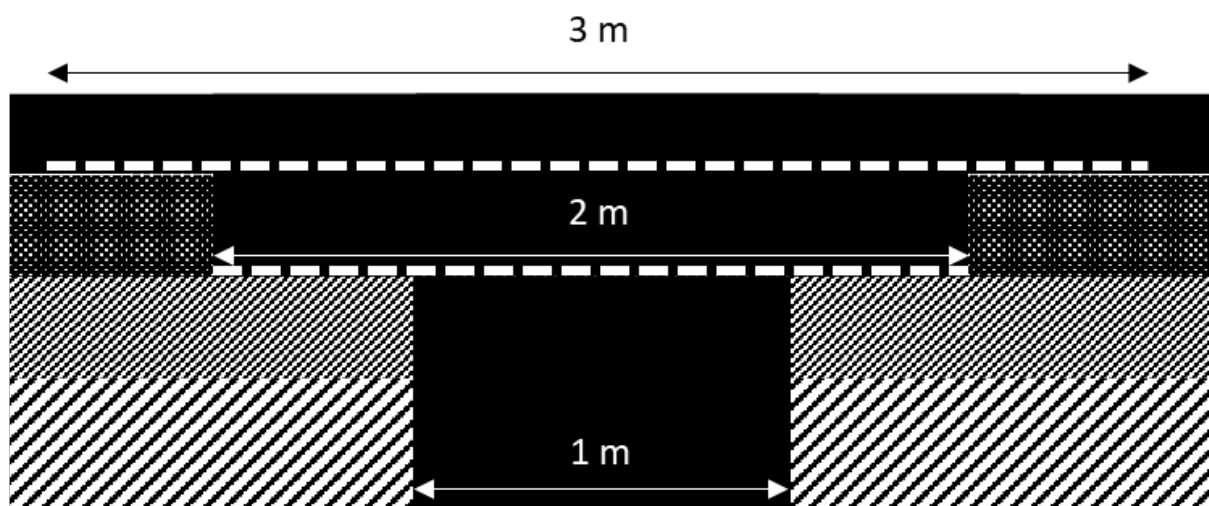
- a) warstwy kruszywa niezwiązanego stabilizowanego georusztem,
- b) warstwy gruntu stabilizowanego spoiwem hydraulicznym lub mieszanki związanej spoiwem hydraulicznym, w celu zapewnienia dobrego podparcia naprawianej nawierzchni,
- c) metod iniekcyjnych.

(6) Wyfrezowany pas o szerokości 1,0 m wypełnia się i zagęszcza odpowiednią mieszanką mineralno-asfaltową zgodnie ze sztuką budowlaną. Ścianki wyfrezowanej nawierzchni należy zagruntować gruntem kompatybilnym z zastosowaną mieszanką mineralno-asfaltową (np. emulsja asfaltowa, lepiszcze asfaltowe na gorąco itp.). W pasie o szerokości 2,0 m układa się siatkę, a na krawędziach wyfrezowanej przestrzeni układa się taśmy topliwe w celu uszczelnienia połączenia. Wyfrezowaną i zagruntowaną (skropioną) przestrzeń wypełnia się mieszanką mineralno-asfaltową takiego samego rodzaju jak na pozostałej części nawierzchni. Wypełnienie z mieszanki mineralno-asfaltowej zagęszcza się walcem drogowym. Powierzchnię uszczelnienia posypuje się czystym i suchym kruszywem drobnym o maksymalnym uziarnieniu do 4 mm (rys. 4.8.2.3).



Rys. 4.8.2.3. Naprawa głęboka z zastosowaniem geosyntetyków

(7) Jeżeli przewidziano układanie nowej warstwy ścieralnej na naprawianej nawierzchni metodą głęboką, zasada wykonania naprawy jest identyczna jak powyżej, z tym że pod warstwę ścieralną można ułożyć dodatkową siatkę o szerokości o 1,0 m większej niż poniższe wypełnienie mieszanką mineralno-asfaltową (rys. 4.8.2.4). Jeśli istnieje obawa, że dodatkowa warstwa siatki pod warstwę ścieralną może obniżyć szczepność międzywarstwową w naprawianym przekroju, należy odstąpić od jej zastosowania. Grubość warstwy z mieszanki mineralno-asfaltowej układanej nad geosyntetykiem powinna wynosić minimum 40 mm. Odtworzenia warstw bitumicznych wykonać zgodnie z punktem 4.2.2.



Rys. 4.8.2.4. Naprawa głęboka z zastosowaniem geosyntetyków pod nową nawierzchnią

4.9. Remixing warstw nawierzchni

(1) Technologia remixingu przeznaczona jest do wykonywania zabiegów remontowych w zakresie warstwy ścieralnej bezpośrednio na drodze w sposób ciągły przy zastosowaniu zestawu urządzeń. Remixing nawierzchni może być prowadzony na drodze w odniesieniu do warstwy ścieralnej. Warstwy niżej leżące powinny być nośne i odporne na deformacje lepkoplastyczne. Nie wolno stosować remixingu oraz innych technologii na gorąco w odniesieniu do warstwy nawierzchni, w której stwierdzono obecność związków smołowych (smoła, smoła stabilizowana, itp.).

(2) Zabieg remontowy w postaci remixingu wykonuje się w celu:

- przywrócenia zdeformowanej warstwy ścieralnej pierwotnego profilu,
- odtworzenia zdegradowanej warstwy ścieralnej z wykorzystaniem istniejącego materiału,
- przetworzenia warstwy ścieralnej w warstwę wiążącą.

(3) Remixing warstwy ścieralnej nawierzchni polega na przeprowadzeniu recyklingu na gorąco na drodze z zastosowaniem zestawu urządzeń. W skład zestawu urządzeń wchodzi: promienniki podczerwieni, recykler do frezowania, mieszania i układania warstwy na gorąco oraz walce drogowe.

(4) Ocenie właściwości oraz zgodności zastosowanych materiałów zgodnie z przeznaczeniem podlega mieszanka wbudowana w nawierzchnię drogową. Skład i właściwości mieszanki wbudowanej w nawierzchnię drogową należy dobrać na podstawie badań laboratoryjnych oraz oceny uśrednionych właściwości materiału pobranego w ramach rozpoznania z istniejącej nawierzchni drogowej.

4.9.1. Technologia remixingu

(1) Technologia remixingu polega na ogrzaniu istniejącej warstwy ścieralnej nawierzchni drogowej oraz jej sfrezowaniu na gorąco. Do sfrezowanej i podgrzanej warstwy dodaje się nową mieszankę mineralno-asfaltową. Nowa mieszanka mineralno-asfaltowa powinna być wyprodukowana oddzielnie i charakteryzować się takim składem, żeby zapewnić niezbędne doziarnienie oraz zapewnić odpowiednią ilość lepiszcza asfaltowego w mieszance wynikowej. Jeśli jest to uzasadnione, dopuszcza się stosowanie środków odświeżających oraz lepiszczy o innych właściwościach tak, żeby lepiszcze wynikowe spełniało wymagania przewidziane do zastosowania w warstwie.

(2) Zaleca się wykonywanie prac drogowych z zastosowaniem remixingu w dobrych warunkach atmosferycznych bez opadów deszczu oraz w temperaturze otoczenia powyżej 10°C. Temperatura ogrzewania warstwy powinna być dostosowana do warunków atmosferycznych oraz właściwości lepiszcza. Jako środek odświeżający może zostać zastosowany chemiczny środek regenerujący do asfaltu, lepiszcze asfaltowe lub lepiszcze asfaltowe nowej generacji przeznaczone do recyklingu.

4.9.2. Technologia remixingu plus

(1) Technologia remixingu plus polega na wykonaniu remixingu oraz ułożeniu dodatkowej warstwy nawierzchniowej w technologii na gorąco, najlepiej w technologii gorące na gorące przy użyciu rozszerzonego zestawu maszyn.

(2) Zaleca się, żeby tak dobrać skład mieszanki wynikowej w technologii remixingu, żeby po wbudowaniu i zagęszczeniu uzyskać właściwości i parametry odpowiadające mieszance przeznaczonej do warstwy wiążącej.

(3) Jako wierzchnią warstwę dodatkową układa się odpowiednią mieszankę mineralno-asfaltową przeznaczoną do warstwy ścieralnej.

5. Typowe rozwiązania materiałowo-technologiczne przy remontach lub remontach częściowych nawierzchni betonowych

5.1. Wprowadzenie

(1) W rozdziale omówiono wybrane technologie pozwalające prowadzić remonty (R) lub remonty częściowe (RC) nawierzchni betonowych, które mają na celu usunięcie uszkodzeń nawierzchni opisanych w WR-D-83-2.

(2) Przedstawiono następujące technologie remontowe:

- a) nacinanie (grinding),
- b) rowkowanie (Grooving),
- c) kotwienie ukośne lub kotwienie poziome,
- d) wymiana płyt lub części płyt
- e) dyblowanie lub kotwienie wtórne,
- f) wyrównanie poziomu i stabilizacja płyt,
- g) naprawy powierzchniowe, w tym uszczelnienie pęknięć, naprawa złuszczeń i ubytków,
- h) wymiana wypełnień w szczelinach,
- i) uszczelnienie szczelin,
- j) śrutowanie nawierzchni,
- k) frezowanie głębokie i wykonywanie nakładek z mma.
- l) wymiana płyt ze wzmocnieniem konstrukcji.

5.1.1. Materiały do remontów nawierzchni betonowych

- 1) Do wykonywania napraw nawierzchni betonowych, w zależności od rodzaju i wielkości uszkodzenia oraz wymaganej szybkości oddania nawierzchni do użytku stosuje się technologie wskazane w tabeli 5.1.1

Tab. 5.1.1. Dobór materiałów do napraw.

Rodzaje zapraw do wykonania naprawy		Zaprawa cementowa	Zaprawa cementowo polimerowa	Zaprawa żywiczna	Kleje i szpachlówki
Rodzaje uszkodzeń w betonie cementowym					
Naprawy szybkie: przy konieczności oddania naprawionej nawierzchni do ruchu do 24 godzin. Czas wiązania mieszanki 30-60 minut Parametry stwardniałej zaprawy. wytrzymałość na ściskanie po: - 24 godzinach, co najmniej 20 MPa - 28 dniach, co najmniej 50 MPa wytrzymałość na rozciąganie po: - 24 godzinach, co najmniej 5,5 MPa	Uszkodzenie powierzchniowe / punktowe o małej powierzchni	+	+	++	+
	Uszkodzenia wgłębne o dużej powierzchni	+	+	++	–
	Uszkodzenia krawędzi płyt	+	+	++	–
	Uszkodzenia naroży płyt	+	+	++	–
	Pęknięcia	–	–	++	+
	Wymiana części płyty	++	++	+	–
	Wymiana całej płyty	++	+	–	–
Naprawy tradycyjne: przy braku konieczności oddania naprawionej nawierzchni do ruchu w okresie do 24 godzin. Parametry stwardniałej zaprawy: wytrzymałość na ściskanie po - 10 dniach, co najmniej 25 MPa - 28 dniach co najmniej 50 MPa wytrzymałość na rozciąganie przy zginaniu po: - 28 dniach, co najmniej 5,5 MPa	Uszkodzenie powierzchniowe / punktowe o małej powierzchni	+	+	++	+
	Uszkodzenia wgłębne o dużej powierzchni	+	++	++	–
	Uszkodzenia krawędzi płyt	+	+	++	–
	Uszkodzenia naroży płyt	+	+	++	–
	Pęknięcia	–	–	++	+
		++	+	+	–
	Wymiana części płyty				
	Wymiana całej płyty	++	+	–	–

Legenda: ++ zalecane; + zaleca się w pewnych przypadkach za zgodą Inżyniera Kontraktu; – nie zaleca się

(3) Gotowe zaprawy naprawcze powinny zawierać kruszywo o uziarnieniu do $d=1$ mm, do $d=2$ mm, do $d=4$ mm oraz do $d=8$ mm. Największy wymiar kruszywa dobierany jest w zależności od głębokości uszkodzenia.

(4) Zaprawą z kruszywem o uziarnieniu od 0 do d mm układa się jednorazowo warstwę o grubości od $3d$ do $8d$. W zależności od wielkości (głębokości) uszkodzenia dodaje się grubsze kruszywo o uziarnieniu powyżej 2 mm. Górny wymiar ziaren dodawanego kruszywa powinien być mniejszy od $1/3$ grubości układanej warstwy. Do warstwy powierzchniowej należy użyć zaprawy drobnoziarnistej.

(5) Zaprawa powinna posiadać dokument potwierdzający wprowadzenie do obrotu wydany przez uprawnioną jednostkę.

(6) Dla zapewnienia dobrego powiązania zaprawy z betonem płyt istniejących należy stosować się do zaleceń producenta zapraw, dotyczących:

- technologii przygotowania naprawianej powierzchni betonu,
- zastosowania odpowiedniej warstwy szczepnej (kontaktowej), np. gruntownika.

(7) Zaprawa powinna być pakowana w szczelne worki lub pojemniki (hoboki).

5.2. Nacinanie (Diamond grinding)

(1) Zabieg nacinania (Diamond grinding) stosuje się do poprawy równości podłużnej, likwidacji lokalnych nierówności poprzecznych (np. na połączeniach beton-asfalt oraz dylatacji obiektowych), , w przypadku likwidacji uskoków płyt oraz do nadania nawierzchni określonej (kontrolowanej/projektowanej) tekstury..

(2) Pojedynczy zabieg pozwala na likwidację nierówności od 3 do 15 mm. W przypadku występowania większych nierówności zabieg można wykonywać dowolną liczbę razy. Docelową głębokość nacinania należy projektować z uwzględnieniem aktualnej grubości płyty nawierzchni, ponieważ trwałość zmęczeniowa nawierzchni betonowej zależy od jej grubości.

(3) Zabieg grinding ma na celu poprawę równości podłużnej, właściwości przeciwpoślizgowych nawierzchni i może służyć do optymalizacji emisji hałasu (np. w połączeniu z jednoczesnym rowkowaniem w technologii Grinding&Grooving lub NGCS).

(4) Do wykonania zabiegu wymagana jest specjalistyczna maszyna wyposażona w wał roboczy, na którym osadzone są tarcze tnące do betonu wyposażone w diamentowe segmenty. Odstępy pomiędzy segmentami można dowolnie kształtować przy użyciu specjalnych przekładek. Typowe odległości między segmentami wynoszą od 1,0 mm do 3,5 mm. Maszyna posiada regulację głębokości cięcia i jest wyposażona w systemy:

- a) spryskiwania tarcz tnących wodą w celu chłodzenia oraz odbioru urobku.
- b) odsysania urobku w zawiesinie wodnej (szlamu) z nacinanej powierzchni.

(5) Nacinanie jest prowadzone pasmowo równolegle do osi jezdni. Sąsiednie pasma robocze nie mogą tworzyć pionowych progów oraz zachodzić na siebie w płaszczyźnie poziomej o więcej niż 30 mm (tzw. zakładka). Zewnętrzna krawędź ostatniego pasma roboczego przy krawędzi nawierzchni musi zapewniać swobodny odpływ wody z powierzchni.

(6) W zależności od zakresu robót stosuje się maszyny o szerokości wału roboczego 40-60 cm lub 120-150 cm. Zastosowanie szerokiego wału roboczego jest wskazane w celu uzyskania jednolitej powierzchni ograniczaniu liczby zakładek przy zakresach robót przekraczających 15-20 tys. m².

(7) Urobek powstający w wyniku nacinania w technologii grinding jest odpadem betonowym, którego zagospodarowanie podlega odrębnym przepisom.

(8) Po zabiegu grooving może zaistnieć konieczność lokalnej wymiany uszczelnienia dylatacji płyt betonowych wg. rozdz. 5.9.

5.3. Rowkowanie (Grooving)

(1) Zabieg ten stosuje się niezależnie lub w połączeniu nacinaniem Diamond grinding w celu poprawy właściwości przeciwpoślizgowych nawierzchni.

- (2) Rowkowanie nawierzchni (grooving) stosuje się w szczególności w celu poprawy odprowadzenia wody z powierzchni jezdni. Nacinanie wykonuje się równoległe do kierunku jazdy lub ukośnie w obrębie łuków poziomych i pionowych oraz zmiany pochylenia nawierzchni w celu zapobiegania powstawaniu zastoisk wody, które powoduje zjawisko aqua-planingu. Projektowanie przebiegu rowków wymaga analizy wysokościowej nawierzchni w planie i profilu podłużnym na podstawie pomiarów geodezyjnych.
- (3) Nacięcia wykonuje się identycznymi narzędziami jak opisane w rozdz. 5.2 przy zastosowaniu rozstawu tarcz tnących ok 10-30 mm. Szerokość rowka wynosi ok 8-12 mm, głębokość 6-10 mm.
- (4) Rowki muszą być wykonane w taki sposób, aby umożliwiały swobodny odpływ poza nawierzchnię do ścieku, pobocze, również za pośrednictwem szczelin dylatacyjnych.
- (5) Po zabiegu rowkowania nawierzchni może zaistnieć konieczność lokalnej wymiany uszczelnienia dylatacji płyt betonowych wg. rozdz. 5.9.

5.4. Kotwienie ukośne lub kotwienie poziome

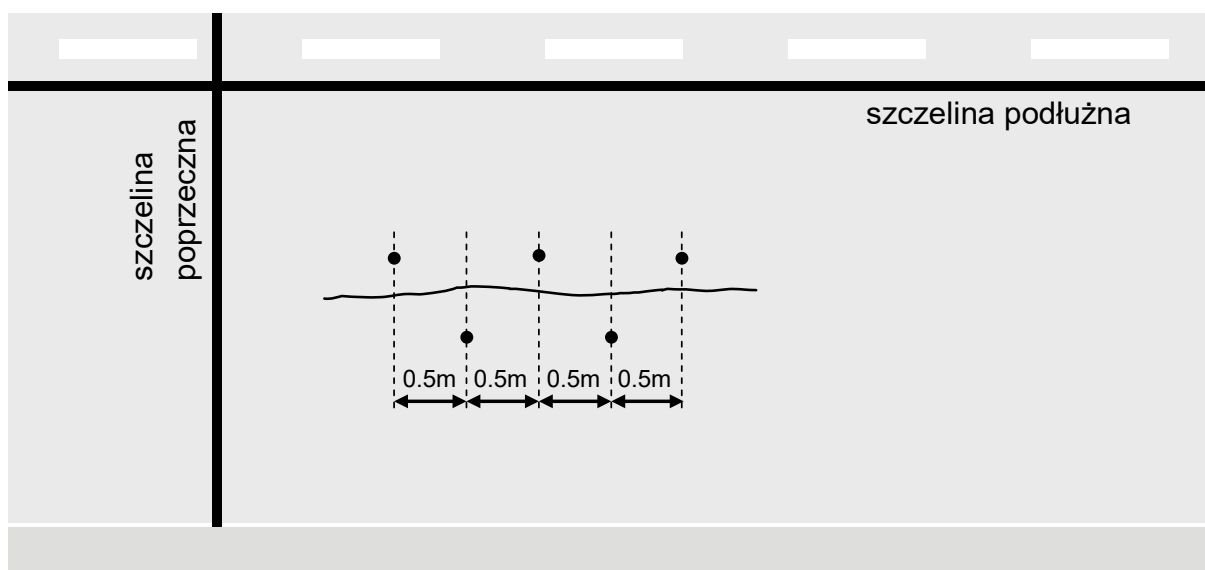
(1) Kotwienie stosuje się, gdy długość pęknięć podłużnych i ukośnych przekracza 2,0 m oraz w przypadkach nr. 4; nr 6; nr 10 w WR-D-83-2 na rys. 5.2.2.0.

(2) Zabieg ten pozwala na ograniczenie przemieszczeń pionowych (klawiszowanie) i poziomych krawędzi fragmentów konstrukcji rozdzielonych pęknięciem. Stosuje się go także przy pękniętych narożach, gdy powierzchnia odłamania przekracza 1,5 m².

(3) Kotwienie ukośne lub kłamrowanie z zastosowaniem prętów ze stali żebrowanej (kotew) przeprowadza się przez ułożenie ich naprzemiennie w układzie ukośnym („X”) w celu uzyskania założeń projektowych zapewniających współpracę fragmentów płyty w pęknięciach.

(4) Parametry rozmieszczenia otworów, średnica i głębokość wiercenia otworów do zamocowania kotew są zależne od grubości płyty i zostały podane w tabeli 5.4.1. Wiercenie wykonuje się pod kątem ok. 27-30°.

(5) Rozmieszczenie otworów pod kotwy pokazano na rys. 5.4.1.



(6)

(7) Rys. 5.4.1. Schemat rozmieszczenia kotew w planie (w układzie ukośnym)

(8) Sposób wykonania kotwienia ukośnego pokazano na rys. 5.4.2.

(9) Kotwy są umieszczane parami prostopadle do krawędzi płyty lub rysy w odległości wzajemnej wynoszącej 50 cm. Stosuje się co najmniej 3 pary kotew na długości 1 płyty (standardowo ok. 5 m).

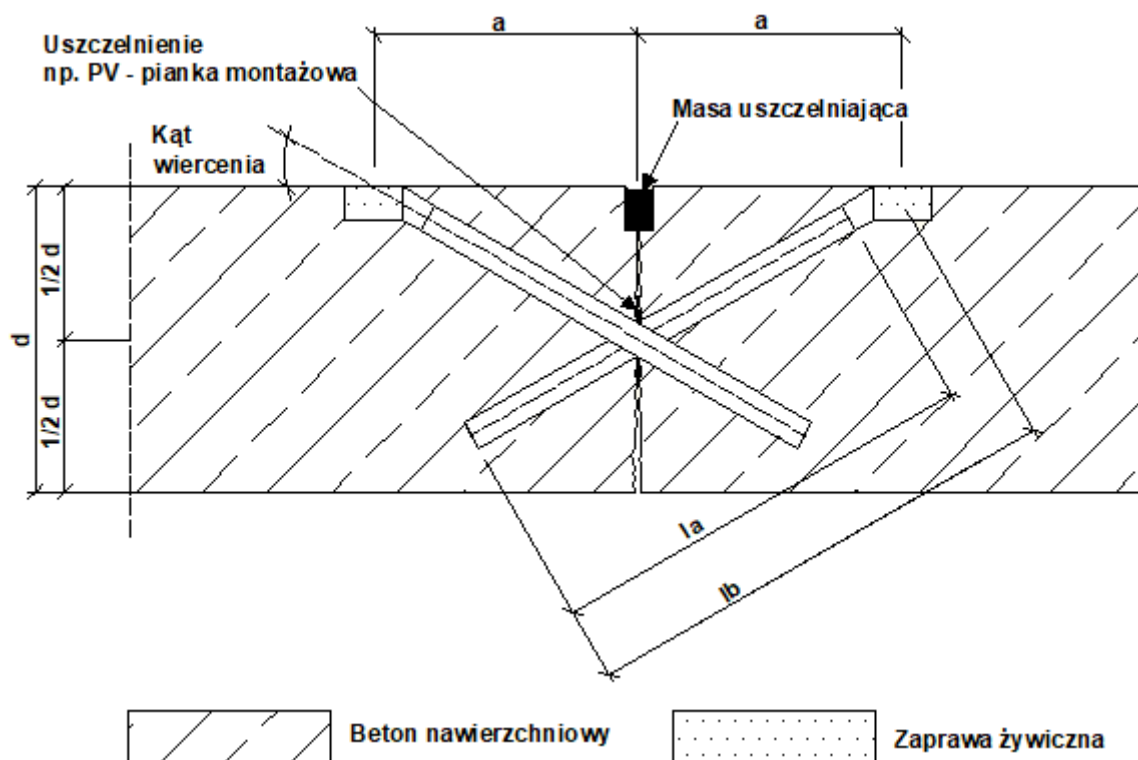
(10) .

(11) Najczęściej stosuje się pręty zbrojeniowe ze stali żebrowanej średnicy 16 mm w odwiercone otwory pod zadany kąt, naprzemiennie po dwóch stronach pęknięcia, tak aby oś kotwy przechodziła jak najbliżej środka geometrycznego pęknięcia. Otwór pilotażowy (pionowy) jest wykonany w odległości od szczeliny podłużnej lub pęknięcia podanej w tabeli 5.4.1 (wymiar a). Kotwy rozmieszczone są naprzemiennie w stosunku do pęknięcia w odległości co wzajemnej 0,5 m i oddalone od krawędzi płyt o min.. 0,5 m.

(12) Na rys. 5.4.1 pokazano schemat rozmieszczenia kotew w planie. Na rys. 5.4.2 pokazano przekrój poprzeczny płyty ze schematem kotwienia ukośnego.

Grubość płyty betonowej [cm]	Długość kotwy – wymiar l_a [cm]	Długość otworu pod kotwę – wymiar l_b [cm]	Odległość miejsca wiercenia od szczeliny lub rysy – wymiar a [cm]
22–25	35	40	20
26–27	45	50	23
28–30	50	55	27
Do 40	70	75	37

Tab. 5.4.1. Parametry kotwienia ukośnego



Rys.

5.4.2. Przekrój poprzeczny rozmieszczenia kotew (w układzie ukośnym). Wartość kąta do ustalenia przez projektanta

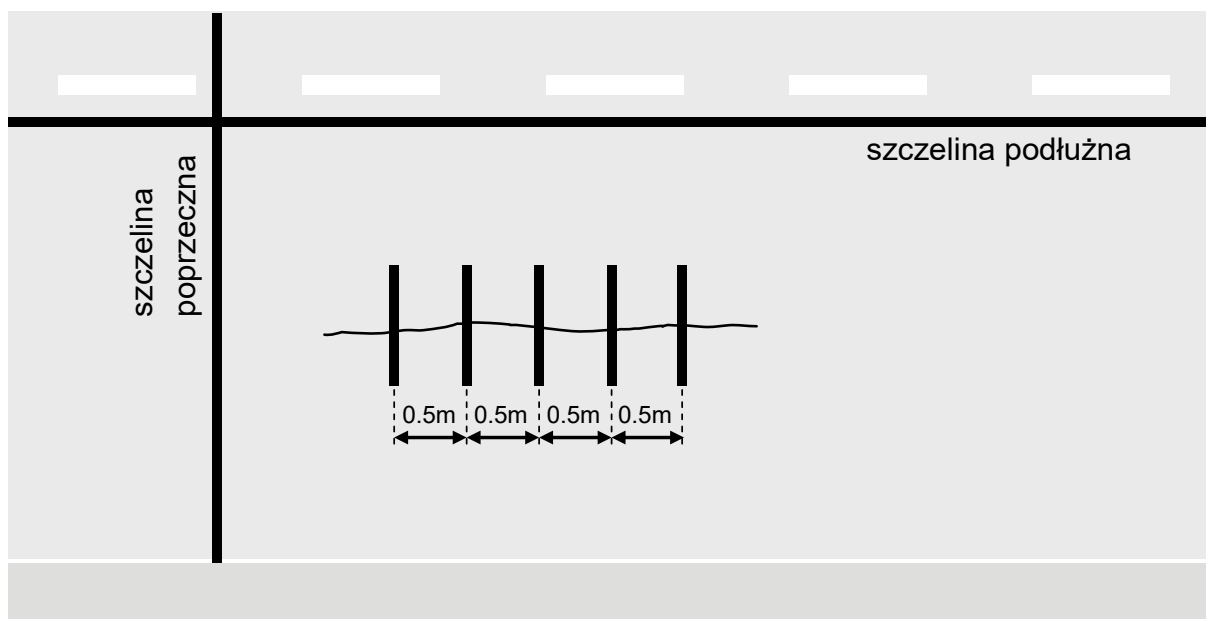
(13) Przed przystąpieniem do prac należy przeprowadzić dobór sprzętu do wykonania otworów w tym również dobór wiertła (długości). Proponuje się wykorzystanie młotowiertarek udarowych elektrycznych lub wiertnicy pneumatycznej zamontowanej na prowadnicy-ramie, umożliwiającej ustawienie wiertła pod odpowiednim kątem. Do robót zalicza się przygotowanie kotew (prętów żebrowanych o określonej długości) oraz oznaczenie na wiertłach za pomocą kolorowej taśmy lub farby maksymalnej głębokości pogrążania. Wykonanie kotwienia polega na:

- usunięciu wypełnienia szczeliny dylatacyjnej w rejonie montażu kotew
- uszczelnieniu powierzchni styku płyt (karbu) w rejonie montażu kotew pianką montażową PUR
- wywierceniu otworów pod kątem 27° do 30° na określoną głębokość
- wypełnieniu otworów zaprawą żywiczną zgodnie z danymi w tabeli 5.1.1.
- umieszczeniu prętów ze stali żebrowanej w wywierconych otworach
- wypełnieniu otworów zaprawą żywiczną o konsystencji płynnej do poziomu powierzchni
- uzupełnieniu usuniętego wcześniej uszczelnienia szczeliny dylatacyjnej lub uszczelnienie żywicami.

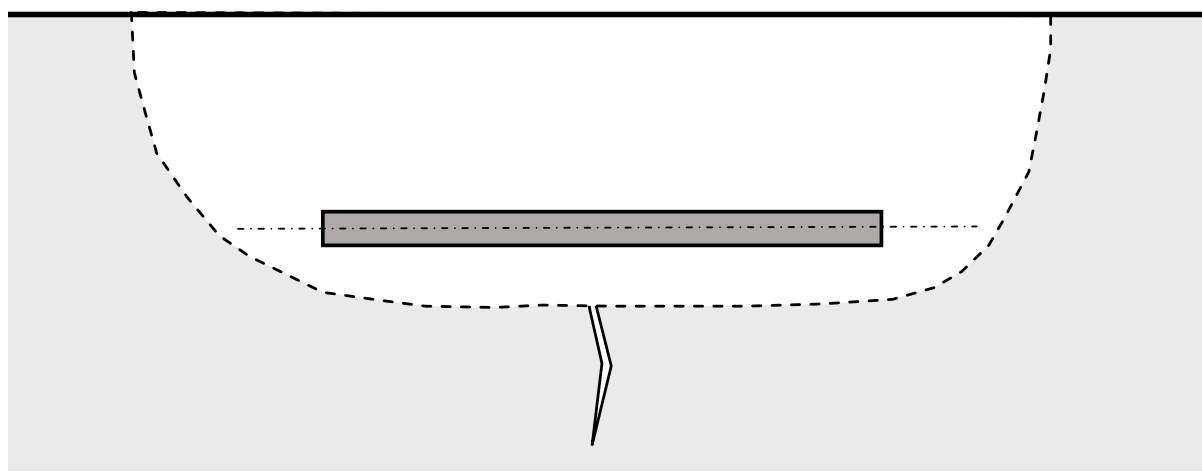
(14) W przypadku występowania warunków niesprzyjających wykonaniu kotwienia ukośnego (np. brak miejsca, brak możliwości zajęcia sąsiedniego pasa ruchu) stosuje się kotwienie poziome, które polega na wycięciu prostopadle do pęknięć bruzd (rys. 5.4.3), najlepiej o przekroju pokazanym na rys. 5.4.4, w które na zaprawie lub kleju żywicznym wprowadza się pręty kotwiące. Wnętrze bruzd, muszą być czyste i wolne od resztek luźnych fragmentów betonu. Rozstaw bruzd, ich długość oraz średnice prętów zbrojeniowych należy określić w projekcie naprawy (przykład na schemacie 5.4.3).

(15) Odmianą kotwienia jest kłamrowanie, które polega na użyciu prętów o zagiętych końcach, które są wklejane w przygotowane otworyklejami na bazie żywic epoksydowych.

(16) W przypadku pęknięć które propagowało przez całą grubość płyty oraz pęknięć z przemieszczeniem (uskok, klawiszowanie) krawędzi, zabieg kotwienia należy połączyć z iniekcją pęknięcia lub iniekcją podbudowy (stabilizacją płyty).



Rys. 5.4.3. Schemat rozmieszczenia kotew w planie (w układzie poziomym)



Rys. 5.4.4. Przekrój poprzeczny rozmieszczenia kotew (w układzie poziomym)

(17) z zastosowaniem siatki zbrojeniowej dostosowanej do wymagań projektowych. Bruzdę wykonuje się przez nacięcie krawędzi piłą diamentową lub szlifierką kątową, a następnie *W przypadku występowania siatki drobnych spękań można zastosować naprawę powierzchniową* mechaniczne usunięcie fragmentu betonu między nacięciami.

(18) Należy usunąć beton po obu stronach pęknięcia, w odległości min. 20 cm, na głębokość min. 5 cm (około 1/3 grubości płyty). Obszar naprawy oczyścić z luźnych fragmentów betonu. Na spodzie osadzić siatkę zbrojeniową.

Siatkę należy mocować w betonie za pomocą kotew wklejanych lub kołków rozporowych. Bruzdę z siatką należy obficie zwilżyć wodą, a następnie wypełnić betonem zgodnym z założeniami projektowymi (np. niskoskurczowym modyfikowanym betonem lub z dodatkiem włókien zbrojenia rozproszonego).

5.5. Wymiana płyt

(1) Wykonanie zabiegu wymiany płyt jest skomplikowane i kosztowne. Stosowane są różne technologie, w zależności od lokalnych wymagań (udział ruchu ciężarowego, natężenie ruchu, wymagany czas/termin realizacji, możliwość wyznaczenia objazdów naprawianej drogi, wymiana pojedynczych płyt czy zwiększenie nośności nawierzchni – tzw. wymiana płyt w ciągu).

(2) Zabieg wymiany płyt należy zastosować w przypadkach podanych w tab. 5.2.1, w przypadkach 7) 8) pokazanych na rys. 5.2.2.0, przy występowaniu znacznych pęknięć blokowych i uszkodzeń powierzchniowych. W pierwszym etapie zabiegu należy dokonać cicia odprężającego, które polega na podwójnym nacięciu na całą grubość płyty wzdłuż dylatacji (przecięciu ulegają dyble i kotwy, o ile występują) oraz w odległości ok. 10-20 cm od krawędzi płyty.

(3) Następnym etapem jest usunięcie uszkodzonej płyty (demontaż) na 2 sposoby:
a) metodą bezударową - pocięcie na mniejsze regularne fragmenty i wyciąganie przy pomocy koparki,
b) metodą udarową (np. rozkruszenie, skuwanie, „rubblizing”).

Czynności należy wykonać tak, aby nie uszkodzić sąsiednich płyt.

(4) Następnie, uwzględniając grubość nowej płyty, uzupełnić warstwę podbudowy zachowując jej pochylenie i grubość na podstawie założeń projektowych oraz warstwę poślizgową jeśli jest wymagana.

(5) Wbudowanie nowej płyty można przeprowadzić instalując (od góry) gotowy prefabrykowany element dostosowany do wymiarów powstałego otworu (może zawierać już zainstalowane dyble/kotwy lub tylko gniazda na dyble/kotwy zamocowane w istniejącej płycie, lub też wylewając i zagęszczając nową mieszankę betonową dostosowaną parametrami do wymagań projektowych.

(6) W przypadku, gdy zachodzi konieczność szybkiego oddania drogi do ruchu stosuje się tzw. betony szybkozestwardniające, które uzyskują docelowe parametry wytrzymałościowe w ciągu kilku, do kilkunastu godzin od wbudowania.

(7) W każdym przypadku należy dokonać teksturowania powierzchni oraz jej pielęgnacji.

(8) Zgodnie z dokumentacją projektową należy przed wbudowaniem płyty uwzględnić osadzenie odpowiedniej liczby dybli i kotew..

(9) Po wyschnięciu betonu należy wykonać komory wypełnienia szczelin dylatacyjnych i je uszczelnić.

(10) Osadzenie dybli oraz wypełnienie szczelin stanowi odrębny zabieg opisane w innych akapitach niniejszego opracowania.

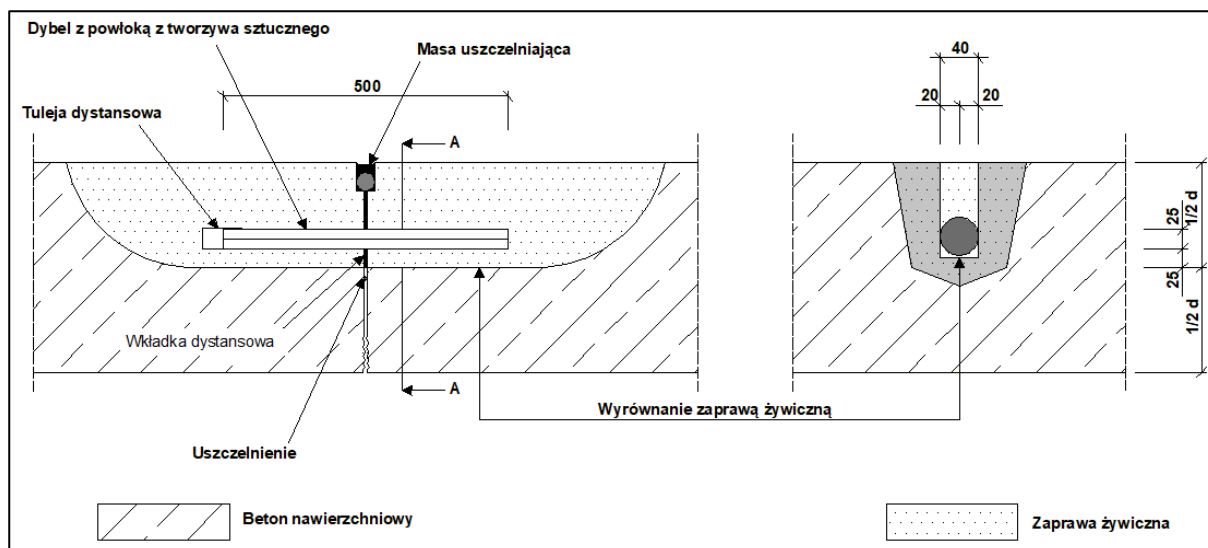
5.6. Dyblowanie i kotwienie wtórne

(1) Zabieg dyblowania wtórnego stosuje się w wystąpieniu uszkodzeń wynikających z nieprawidłowego ich ułożenia, korozji, obniżenia lub utraty współpracy płyt..

(2) Dyblowanie wtórne stosuje się również w przypadku nr. 6 schematu uszkodzeń płyt w WR-D-83-2 na rys. 5.2.2.0

(3) W rejonie występowania uszkodzenia istniejące dyble (kotwy) przecina się piłą do betonu i przystępuje do naprawy zgodnie ze schematem 5.6.1.

Rys. 5.6.1. Schemat dyblowania wtórnego



(4) Wykonanie wtórnego dyblowania polega na:

- usunięciu wypełnienia istniejącej szczeliny dylatacyjnej,
- wycięciu otworów do połowy głębokości płyty betonowej (dla dybla 25/500 będzie to otwór o wymiarze 40 x 560mm w połowie grubości nawierzchni betonowej),
- uszczelnieniu szczeliny (uszczelniacz silikonowy, pianka PUR) i przekładką z materiału odkształcalnego, które zapobiega zablokowaniu szczeliny,
- oczyszczeniu i zagruntowaniu powierzchni otworu,
- zainstalowaniu dybla z tuleją dystansową z tworzywa sztucznego (umożliwia swobodne przemieszczanie dybla) i zalaniu żywicą epoksydową do poziomu nawierzchni,
- odtworzeniu wypełnienia szczeliny dylatacyjnej.

(5) W przypadku wtórnego kotwienia nie stosuje się tulei dystansowej.

(6) Prawidłowe ustawienie dybli ma kluczowe znaczenie dla przyszłej skuteczności współpracy płyt. Dyble muszą być położone równolegle do osi jezdni niezależnie od kąta przebiegu szczeliny poprzecznej lub pęknięcia poprzecznego.

(7) Dobór materiałów stosowanych do dyblowania wtórnego podany jest w tabeli 5.1.1..

(8) W zależności od projektu powierzchni naprawy należy nadać odpowiednią teksturę (posypka, wklejenie grys w wilgotną zaprawę lub inne)

(9) Ostatnim etapem prac jest odtworzenie (nacięcie i fazowanie komory uszczelnienia) szczeliny oraz jej wypełnienie.

5.7. Wyrównanie poziomu i stabilizacja płyt

(1) Wyrównanie poziomu i stabilizację płyt stosuje się w przypadku znaczących wzajemnych przemieszczeń pionowych sąsiadujących płyt. Pierwsze oznaki niestabilnego podłoża i postępujących ruchów płyt (tzw. klawiszowania) to wyciskanie wody oraz szlamu (wody z drobnymi cząstkami mineralnymi) w obrębie dylatacji.

(2) Dokładne dane o konieczności stabilizacji płyt uzyskuje się po wykonaniu badania nośności nawierzchni przy pomocy aparatu FWD (Falling Weight Deflectometer) lub HWD (Heavy FWD).

(3) Stabilizację wykonuje się metodą iniekcji geopolimerowej bezpośrednio pod płytę betonową zgodnie z zasadami opisanymi poniżej ale w zależności od uszkodzenia stosuje się też iniekcje pod całą konstrukcję nawierzchni w celu ustabilizowania podłoża, likwidacji osiadania oraz wypełnienia kawern (pustek) w niższych warstwach podbudowy.

(4) W przypadku większych uskoków należy dodatkowo zastosować unoszenie płyt :

- wzajemne przemieszczenie płyt wynosi powyżej 10 mm
- zabiegi utrzymaniowe wg. pkt 5.5.(usuwanie uskoków) nie dają trwałego efektu.

(5) Stabilizację i unoszenie płyt wykonuje się przy pomocy materiałów dobieranych zgodnie z tabelą 5.8.a.

Tabela 5.8.a. Kryteria doboru materiału do stabilizacji i unoszenia płyt

Kryterium Materiał	Podbudowa		Technologia		Krótki czas wykonania	Duża trwałość
	Podbudowy związane	Podbudowy niezwiązane	Stabilizacja	Stabilizacja i unoszenie		
Żywice silikatowe	++	+	++	+	++	++
Twarde pianki poliuretanowe	+	++	+	++	++	+
Zaprawy stabilizujące ze spoiwem hydraulicznym	++	++	O	++	O	+

Legenda:

++ zalecane

+ odpowiednie

O zastosowanie warunkowe

(6) Materiał używany do stabilizacji i unoszenia płyt musi, zgodnie z deklaracją producenta, spełniać wymaganie trwałości do następnego przewidzianego zabiegu remontowego.

(7) W przypadku stosowania twardych pianek poliuretanowych PUR należy zadeklarować wartość współczynnika rozprężliwości. W budownictwie drogowym stosuje się żywice i pianki, których współczynnik rozprężliwości w powietrzu (bez przyłożenia dodatkowego ciśnienia) nie przekracza 1:5

(8) Żywice silikatowe i pianki poliuretanowe stosuje się w temperaturach (powietrza, płyty betonowej i materiału do iniekcji) powyżej 5°C i zgodnie z zaleceniami producenta. Zaprawy na bazie cementu stosuje się w temperaturach od 5°C do 30 °C i zgodnie z zaleceniami producenta.

(9) Szybkość przyrostu wytrzymałości zapraw cementowych można sterować przy pomocy odpowiednich domieszek (przyspieszaczy).

(10) W celu określenia siatki otworów do iniekcji w płycie betonowej należy stosować wskazania tabeli 5.8.b.

Tabela 5.8.b. Rozmieszczenie i wymiary otworów do iniekcji

Parametr	Żywice silikatowe	Twarde pianki poliuretanowe PUR	Zaprawy cementowe
Liczba otworów na m ²	$\geq 0,4$	$\geq 0,7$	$\geq 0,3$
Średnica otworów	Do 22 mm	Do 22 mm	Do 40 mm
Głębokość wiercenia	5 cm głębiej od planowanej głębokości iniekcji		
Odstęp od szczeliny poprzecznej lub rysy	0,5 do 1,0 m		
Odstęp od szczeliny podłużnej	0,5 do 1,0 m		

(11) W trakcie występowania wysokich temperatur otoczenia nie wykonuje się unoszenia płyt, ponieważ może wystąpić wzajemne zaklinowanie płyt.

(12) Przed unoszeniem płytę należy odprężyć od płyt sąsiednich zgodnie z definicją.

(13) Materiał musi być wtłaczany pod płytę, pod stałym, kontrolowanym ciśnieniem. W celu kontroli unoszenia płyty należy stosować odpowiednie urządzenia pomiarowe (np. niwelator laserowy). Przy pierwszych oznakach nadmiernego uniesienia płyt należy natychmiast przerwać iniekcję.

(14) Stosowanie zapraw cementowych wymaga uprzedniego usunięcia luźnego, niezwiązanego materiału z przestrzeni pod płytą przy pomocy sprężonego powietrza. W trakcie tego procesu nie przekraczać ciśnienia sprężonego powietrza powyżej 1,2 MPa.

(15) W przypadku stosowania zapraw cementowych należy zapewnić równomierne rozprowadzenia zaprawy pod płytą. W tym celu stosuje się 2-3 przejazdy walca po powierzchni płyty podlegającej iniekcji po jej zakończeniu. Jeśli płyta w trakcie tego zabiegu osiadzie, należy wznowić iniekcję. Nie stosuje się płyt i walców wibracyjnych.

(16) Po zakończeniu iniekcji i stwardnieniu materiału otwory do iniekcji należy w sposób trwały zamknąć.

(17) Po wykonaniu zabiegu stabilizacji i/lub unoszenia płyt należy odtworzyć wypełnienie dylatacji.

(18)

(19) Zabieg wyrównania poziomu i stabilizacji płyt można połączyć w zależności od potrzeb z zastosowaniem dybli w celu polepszenia współpracy płyt.

5.8. Naprawy powierzchniowe

(1) Zabiegi uszczelniania i drobnego uzupełnienia materiałowego stosowane są obszarowo i dotyczą:

- pojedynczych pęknięć podłużnych i ukośnych o długości mniejszej niż 2 m,
- pęknięć poprzecznych przez całą szerokość płyty,
- pęknięć naroży (powierzchnia odłamania $< 0,5 \text{ m}^2$ i szerokości pęknięcia $< 6 \text{ mm}$),
- pęknięć blokowych ($< 20\%$ powierzchni/sekcja 10 m),
- uszkodzeń powierzchniowych (m. in. pęknięcia, wyboje, ubytki, lejki, złuszczenia, wykruszenia), dla których powierzchnia nie przekracza 20% /sekcja 10 m),
- uszkodzeń krawędzi płyt (suma uszkodzeń $< 8 \text{ m}$ /sekcja 10 m).

(2) W przypadku większych uszkodzeń, tj. pęknięć naroży o powierzchni odłamania $< 0,5 \text{ m}^2$ i szerokości pęknięcia $\geq 6 \text{ mm}$, należy zastosować wymianę płyt, natomiast dla uszkodzeń powierzchniowych (m. in. pęknięcia, wyboje, ubytki, lejki, złuszczenia, wykruszenia), dla których powierzchnia przekracza 20% /sekcja 10 m, należy zastosować frezowanie głębokie.

(3) Do napraw powierzchniowych zalicza się w szczególności uszczelnianie pęknięć, uzupełnienie złuszczeń i ubytków oraz wymianę fragmentu płyty (frezowanie głębokie).

5.8.1. Uszczelnianie pęknięć, uzupełnienie złuszczeń i ubytków

(1) Uszczelnianie i uzupełnianie można przeprowadzić powierzchniowo lub wgłębnie. Do wypełniania powierzchniowo ubytków można stosować masy zalewowe na gorąco na bazie lepiszczy bitumicznych (w zależności od głębokości i szerokości z dodatkiem kruszywa lub bez) lub zaprawy polimerowe na zimno. W przypadku wypełniania wgłębego (głównie przy dużych pęknięciach) stosuje się materiały na bazie spoiw cementowych wtłaczanych pod ciśnieniem.

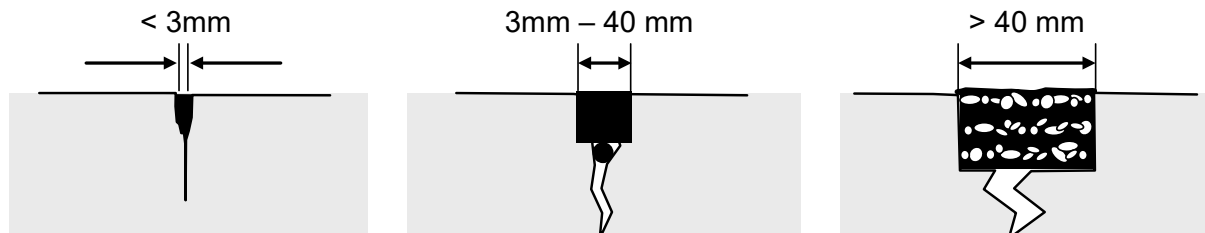
(2) Szerokość pęknięcia < 3 mm należy uszczelnić masą zalewową. Szerokość pęknięcia ≥ 3 mm – uszczelnić po wcześniejszym rozfrezowaniu i uzupełnieniu (np. wkładką lub kordem). Pęknięcia > 40 mm należy uszczelnić po wcześniejszym poszerzeniu i uzupełnieniu kruszywem.

(3) W każdym przypadku powierzchnię naprawianego obszaru przed zastosowaniem materiału wypełniającego należy starannie oczyścić z kurzu, brudu i innych zanieczyszczeń oraz starannie wysuszyć. W celu osuszenia pęknięć stosuje się lancę z gorącym powietrzem. Nie należy stosować wypełnień na wilgotnej powierzchni. W większości przypadków przy występowaniu ubytków wgłębnych należy je naciąć piłą tarczową, oczyścić szczotką mechaniczną, a następnie przedmuchać sprężonym powietrzem i usunąć uszkodzony beton. Na koniec należy powierzchnię zagruntować.

(4) Masy zalewowe na gorąco zaleca się stosować przy dobrej i bezdeszczowej pogodzie, gdy temperatura powietrza jest wyższa od 0°C . Na krawędzie i dno nanosi się cienką warstwę środka gruntującego (według zaleceń producenta). Po jego wyschnięciu (około 10-15 min), w tak przygotowane koryto wlewa się pierwszą warstwę lepiszcza rozgrzanej masy (zwykle w temp. $180\text{--}200^{\circ}\text{C}$).

(5) W przypadku szerszych pęknięć koryto wypełnia się kruszywem bazaltowym o frakcji 8/16 mm, ogrzanym do temperatury $110\text{--}160^{\circ}\text{C}$, na przemian z kolejną warstwą rozgrzanego lepiszcza. Grysy układają się warstwami od 2-3 cm tak, żeby lepiszcze dokładnie wypełniało wszystkie przestrzenie między ziarnami kruszywa, a równocześnie połączyło się z poprzednią warstwą. Górną warstwę kruszywa należy ułożyć na równo z powierzchnią nawierzchni i, po starannym zagęszczeniu, zalać ostatnią warstwą lepiszcza, a następnie pozostawić do wystygnięcia.

(6) Aplikację mas można wykonywać z konewek lub specjalnej lancy. Podczas tej czynności wlewana masa musi mieć odpowiednią temperaturę. Na rys. 5.8.1.1 pokazano przykład uszczelniania i wypełniania pęknięć z zastosowaniem masy zalewowej na gorąco.



Rys. 5.8.1.1. Przykład uszczelniania i wypełniania pęknięć z zastosowaniem masy zalewowej na gorąco

(7) Zaprawy polimerowe na zimno składają się ze spoiwa oraz inicjatora polimeryzacji (utwardzacza). W zależności od temperatury (także w niskich ujemnych temperaturach), w której wykonywany jest zabieg, stosuje się różną zawartość utwardzacza (w zależności od zaleceń producenta, zwykle przy temperaturze dodatniej zmniejsza się udział utwardzacza). W zależności od wielkości ubytków, według zaleceń producenta, należy także dobrać proporcje spoiwa i utwardzacza.

(8) Przygotowując zaprawę naprawczą, należy wymieszać spoiwo mieszadłem ręcznym lub mechanicznym w pojemniku (nie powodującym przywierania oraz reaktywności z zaprawą), aż do uzyskania jednorodnej masy, a następnie dodać utwardzacz, piasek i kruszywo łamane. Maksymalny wymiar ziarna kruszywa do przygotowania zaprawy naprawczej nie powinna przekraczać $1/4$ minimalnej grubości warstwy naprawczej.

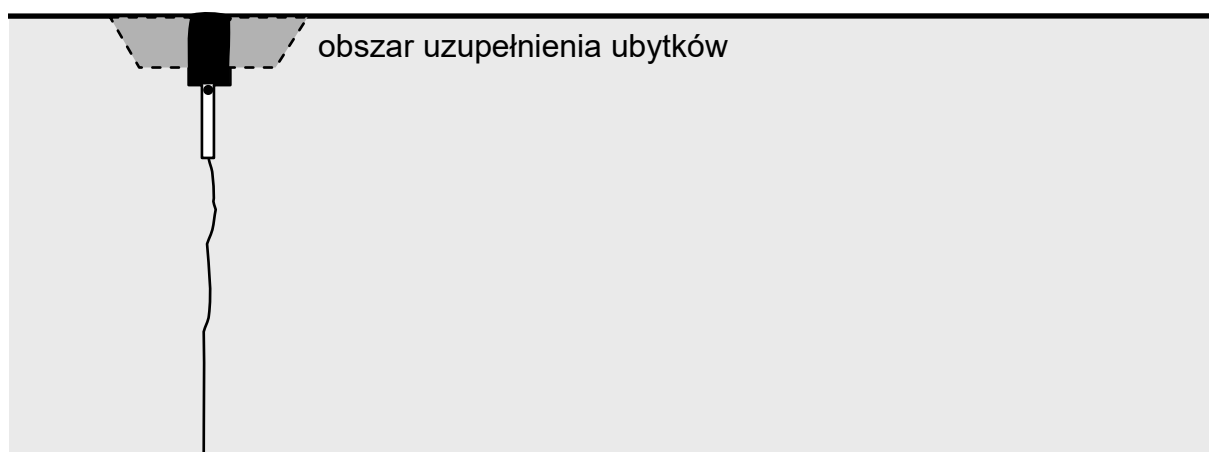
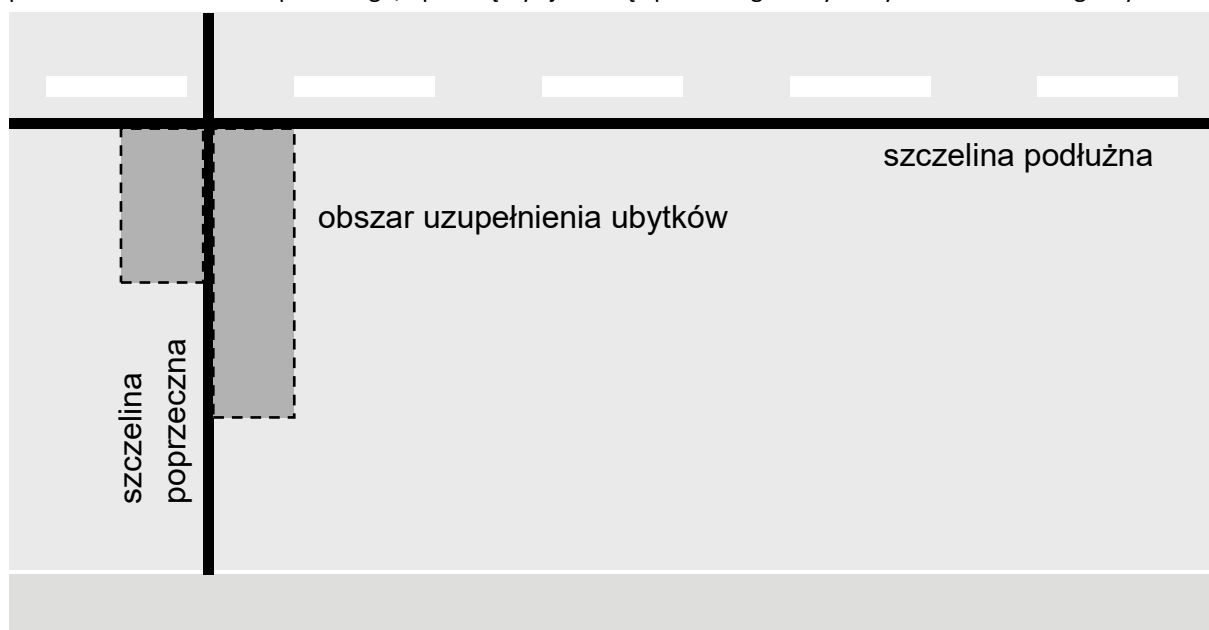
(9) Czas przydatności zaprawy polimerowej jest ograniczony (zwykle 20-30 minut – podany w zaleceniach producenta), dlatego też przy naprawie uszkodzonego obszaru nawierzchni konieczne jest obliczenie przybliżonej jednorazowej ilości materiału naprawczego. Nie należy robić przerw technologicznych między układaniem kolejnych partii zaprawy. W przypadku większego obszaru naprawy wykonuje się technologiczne cięcia nawierzchni.

(10) Przy dużych głębokościach pęknięć, dla których nie jest możliwe całkowite ich wypełnienie od górnej powierzchni nawierzchni, należy zastosować iniekcje cementowe pod ciśnieniem. W tym celu należy wykonać odpowiednie otwory zależne od średnicy stosowanych kocówek iniekcyjnych – pakerów. Rozmieszczenie i układ

otworów zależą od geometrii i przebiegu pęknięcia. Najczęściej otwory wykonuje się naprzemiennie po obu stronach pęknięcia w odstępach połowy grubości płyty pod kątem 45°. W większości przypadków materiały iniekcyjne są dwuskładnikowe. Przed użyciem należy zgodnie z zaleceniami producenta wymieszać składniki i dostosować czas przerobu do ilości materiału i temperatury otoczenia. Ciśnienie dostosować do wytrzymałości betonu (poniżej 1/3 wytrzymałości betonu na ściskanie).

(11) Uzupełniania ubytków w przypadku obłamanych krawędzi szczeliny zaleca się stosować dla uszkodzeń większych od 5 mm.

(12) Przygotowanie podłoża pod naprawę polega na dokładnym oczyszczeniu zniszczonych fragmentów betonu sprzętem mechanicznym lub ręcznym odkuwaniem i ewentualnym groszkowaniem, aż do uzyskania jednolitej i czystej powierzchni (rys. 5.8.1.2). Pożądane jest przycięcie krawędzi powierzchni betonu przy naprawianej szczelinie (lub frezowanie podłużne lub poprzeczne), a następnie usunięcie resztek betonu od strony obłamanej krawędzi. Po oczyszczeniu szczeliny i tak przygotowanych krawędzi należy postępować zgodnie z instrukcją producenta materiału naprawczego, np. nasączyć je wodą i przez 24 godziny utrzymać w stanie wilgotnym.



Rys. 5.8.1.2. Przykład zabiegu uzupełniania ubytków przy uszkodzeniu szczeliny na krawędzi

(13) Zabieg można połączyć z wymianą wypełnień w szczelinie. Najczęściej do wypełnienia uszkodzonych krawędzi stosuje się zaprawę cementową modyfikowaną polimerem. W pierwszym etapie należy umocować w szczelinie wkładkę, najlepiej z mocnego styropianu, o szerokości równej rozwarości szczeliny i wysokości równej głębokości szczeliny. Następnie wciera się warstwę szcpełą zaprawy sztywnym pędzlem w wilgotną (lecz nie mokrą!) powierzchnię naprawianego betonu. Zaprawę cementową o konsystencji gęstoplastycznej nakłada się

przy pomocy kielni, szpachli i pacy a następnie wyrównuje. W dalszym etapie sztywnym pędzlem nadaje się strukturę zbliżoną do istniejącej nawierzchni betonowej. Na koniec należy zabezpieczyć naprawiany fragment przed nadmiernym wysychaniem, zgodnie ze wskazaniem producenta zaprawy. Po usunięciu wkładki, najlepiej szczotką mechaniczną z wirującym dyskiem z drutów stalowych należy oczyścić szczelinę z drobnych resztek i pyłów przy użyciu sprężarki ze sprężonym powietrzem.

(14) Temperatura naprawianego betonu powinna mieścić się w granicach od +5°C do +35°C. Przy temperaturze wyższej od +20°C należy uwzględnić fakt przyspieszenia procesu wiązania zaprawy, ze względu na konieczność wbudowania zaprawy przed rozpoczęciem procesu wiązania zaprawy. Zaprawa cementowa modyfikowana polimerami przy konieczności szybkiego oddania naprawianej nawierzchni do ruchu, powinna wykazywać się czasami wiązania: początek w okresie 15 minut, koniec w okresie 30 minut.

(15) Stwardniała zaprawa powinna wykazywać się następującymi właściwościami:

- a) wytrzymałość na ściskanie:
 - po 2 godzinach – co najmniej 10 MPa,
 - po 24 godzinach – co najmniej 25 MPa,
 - po 28 dniach – co najmniej 50 MPa,
- b) wytrzymałość na zginanie po 28 dniach – co najmniej 8 MPa.

(16) Przy naprawie obłamanych krawędzi innymi materiałami należy stosować się do zaleceń instrukcji producenta. Do innych materiałów należą: kleje naprawcze oparte na kombinacjach żywicy epoksydowej oraz specjalnie dobrane wypełniacze (np. kruszywa) o wysokiej wytrzymałości. Kleje i szpachlówki z żywicą epoksydową zwykle mogą mieć wytrzymałość na ściskanie po 10 dniach do 70 MPa, wytrzymałość na rozciąganie przy zginaniu do 40 MPa, a wytrzymałość na rozciąganie do 20 MPa. W skład materiału naprawczego może również wchodzić dodatek zbrojenia rozproszonego z włókien szklanych lub syntetycznych.

(17) Materiały naprawcze mogą zawierać kruszywo o uziarnieniu od 0 do 1 mm, od 0 do 2 mm, od 0 do 4 mm lub od 0 do 8 mm. Największy wymiar kruszywa dobierany jest w zależności od głębokości uszkodzenia.

5.8.2. Wymiana części płyty

(1) W pierwszym etapie należy wykonać nacięcie wokół uszkodzenia nadając mu regularny kształt miejsca naprawy. Następnie dokonać usunięcia uszkodzonego fragmentu należy rozkruszenia (skuwania) uszkodzonego fragmentu naroża płyty w celu łatwiejszego demontażu uszkodzonego materiału. Czynności należy wykonać tak, aby nie uszkodzić sąsiednich płyt. W przypadku pęknięcia w narożu najczęściej wymienia się fragment płyty na całej głębokości.

(2) W zależności o zakresu naprawy przecina się dyble/kotwy. Następnie usunąć fragmenty płyty. Ponadto należy usunąć stare wypełnienia szczelinpr.

(3) Następnie postępować zgodnie z zaleceniami podanymi w rozdz. 5.5

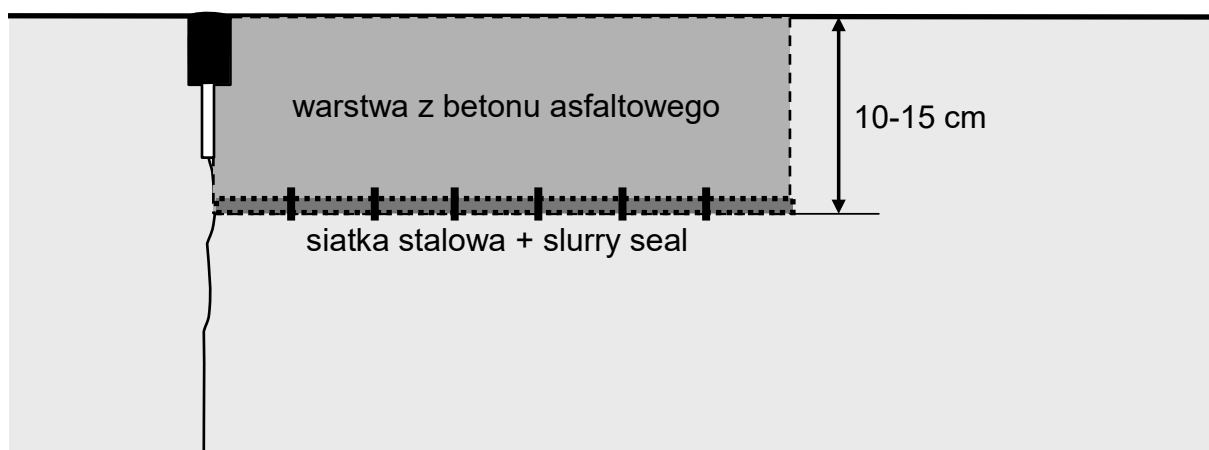
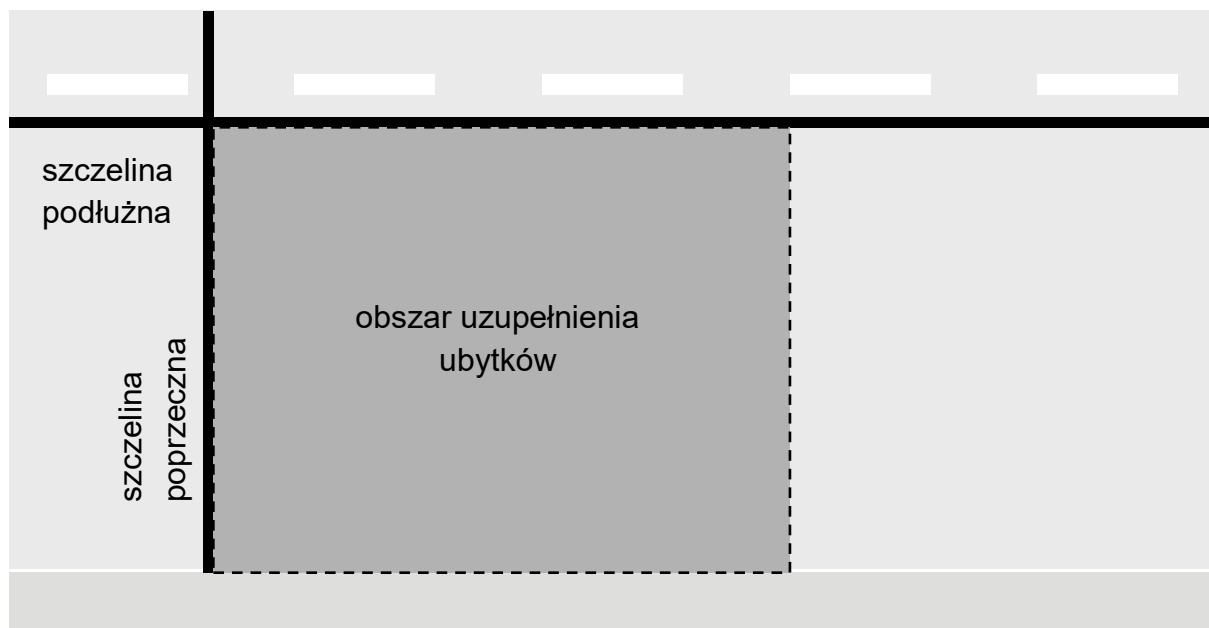
(4) Zastosowanie mieszanek mma do wymiany części płyt można stosować tylko przy naprawach tymczasowych do następnego okresu wystąpienia wysokich temperatur. Nakładki mma można stosować w przypadku napraw powierzchniowych po wyfrezowaniu części grubości płyty.

(5) W przypadku rozległych uszkodzeń powierzchniowych należy przeprowadzić zabieg frezowania głębokiego. Zabieg pozwala na usunięcie warstwy płyty betonowej na głębokości od 3 do 15 cm. Do wykonania zabiegu wymagana jest specjalistyczna maszyna wyposażona w wał roboczy, na którym osadzone są specjalne trzpienie frezujące. Maszyna posiada regulację głębokości frezowania.

(6) Po frezowaniu powierzchnię naprawianego obszaru, przed zastosowaniem materiału naprawczego, należy starannie oczyścić z luźnych fragmentów betonu, kurzu, brudu i innych zanieczyszczeń oraz starannie wysuszyć. W celu osuszenia pęknięć stosuje się lancę sprężonego powietrza lub sprężonego gorącego powietrza. Powierzchnię należy zagruntować zgodnie z wymaganiami producenta materiału naprawczego.

(7) W przypadku stosowania nakładki z mma na spękaną płytę betonową należy stosować siatki wzmacniające (np. stalowe kotwione do podłoża i wypełnione warstwą slurry-seal o grubości ok. 1,5 cm (rys. 5.8.2.3) lub georuszty szklane/szklano-węglowe przyklejane na warstwie gorącego lepiszcza) pod warstwą z mieszanki mma. Zastosowanie siatki nie jest obligatoryjne i zależy od zakresu naprawy i decyzji projektanta. Nieprawidłowe zastosowanie siatki lub jej brak może pogorszyć szczepność lub spowodować szybką propagację spękań na powierzchnię. W przypadku naprawy wykonanej na wielu płytach należy naciąć w warstwie ścieralnej szczeliny zgodnie z przebiegiem szczelin dylatacyjnych w betonie i uszczelnić.

(8) W większości przypadków przy występowaniu ubytków wgłębnych należy je naciąć piłą tarczową, oczyścić szczotką mechaniczną, a następnie oczyścić sprężonym powietrzem i zagruntować zgodnie z zaleceniami producenta materiału naprawczego. W zależności od uszkodzenia i wymagań lokalnych stosuje się materiały naprawcze wymienione w tabeli 5.1.1 dostosowane do wymagań projektowych związanych z obciążeniem.



Rys. 5.8.2.3. Przykład wymiany fragmentu płyty przy zastosowaniu technologii frezowania głębokiego

(9) W przypadku stosowania materiałów naprawczych innych niż mma należy na koniec dokonać właściwego teksturowania powierzchni oraz jej pielęgnacji. Po wykonaniu napraw należy w sąsiedztwie naprawianego obszaru odtworzyć wypełnienie szczelin dylatacyjnych. Zabieg ten wykonuje się zgodnie par. 5.9..

5.9. Wymiana wypełnień w szczelinach

(1) Wymiana wypełnień może być przeprowadzona jako naprawa w szczelinach dla uszkodzeń o sumarycznej długości powyżej 8 m na sekcji 10 m lub jako zabieg utrzymaniowy gdy zakres uszkodzeń spełnia kryterium podane w WR-D-83-2 rozdz. 5.3 w zależności od rodzaju materiału wypełniającego.

(2) Zabieg dotyczy wymiany masy zalewowej lub profili gumowych. Przed ich wymianą należy usunąć zniszczony materiał uszczelniający oraz oczyścić szczelinę. W tym celu można zastosować urządzenia do mechanicznego usuwania zużytego materiału uszczelniającego, np. noże wycinające, pług szczelinowy itp.

(3) Materiał wypełniający szczelinę kwalifikuje się do wymiany, jeśli nie spełnia wymagań szczelności, tj. posiada widoczne uszkodzenia określone w WR-D-83-2 tabele 5.3.1 i 5.3.2.. Wizualnym objawem braku szczelności jest popękane wypełnienie (masa lub profil) w szczelinie i nieprzyleganie masy lub wkładki do przynajmniej jednej ścianki szczeliny.

(4) Usuwanie materiału ze szczeliny obejmuje jednocześnie zużytą masę lub profil oraz wkładkę ściśliwą (kord), znajdujący się zwykle pod nimi. Stalowy nóż urządzenia powinien być dopasowany do szerokości istniejącej szczeliny, w celu możliwie dokładnego usunięcia materiału. Przy małych zakresach robót i w miejscach trudnodostępnych dopuszcza się ręczne usuwanie uszkodzonego materiału wypełniającego szczelinę przy użyciu drobnego sprzętu.

(5) Po usunięciu podstawowej masy uszkodzonego uszczelnienia szczeliny, należy usunąć pozostałości mocniej przylegające do ścian i inne zanieczyszczenia, aby uzyskać czystą, gładką powierzchnię betonu na ściankach oraz szczelinę wolną od wszystkich zanieczyszczeń obcych.

(6)

(7) Należy zwrócić uwagę, że w przypadku stwierdzenia obłamanych krawędzi szczelin należy przed zabiegiem wymiany wypełnień dokonać naprawy tych krawędzi. W zależności od stanu zanieczyszczenia szczeliny przy jej czyszczeniu można zastosować wszystkie lub niektóre z poniżej wymienionych sposobów:

- a) oczyszczenie ścian szczeliny, najlepiej przecinarką z tarczą diamentową (sposób ten zaleca się zwłaszcza przy dużej liczbie resztek masy zalewowej na gorąco lub masy uszczelniającej na zimno pozostałej na ścianach). Należy używać specjalistycznych przecinarek wyposażonych w system odsysania zanieczyszczeń powstałych w procesie cięcia na mokro oraz utylizacji „urobku” powstającego podczas cięcia betonu. Zgodnie z wymogami przepisów o ochronie środowiska system utylizacji winien zapewniać separację cząstek stałych i pracę w obiegu zamkniętym wody używanej do chłodzenia tarcz tnących. Po oczyszczeniu tarczą szczelina zostaje poszerzona np. o 3-4 mm,
- b) wysuszenie szczeliny laną gorącego powietrza lub przez pozostawienie do wyparowania na co najmniej 24 godziny.,
- c) oczyszczenie wnętrza szczeliny z luźnych szczątków za pomocą rotacyjnej szczotki mechanicznej ze splatanego drutu. Tarcze powinny mieć średnicę co najmniej 180 mm i grubość dostosowaną do szerokości szczelin,
- d) wydmuchanie drobnych resztek ziaren oraz pyłów przy użyciu sprężonego powietrza.

(8) Wypełnienie szczeliny masą zalewową należy wykonać stosując następujące etapy:

- a) wypełnić dolną część szczeliny wkładką ściśliwą (kordem) wyprodukowanym ze spienionego materiału syntetycznego (na bazie kauczuku, polietylenu, poliuretanu itp.). Średnica zewnętrzna sznura powinna być stała. Dopuszcza się tolerancję średnicy +1 mm. Średnica sznura powinna być większa o ok. 25% od szerokości szczeliny. Zaleca się, aby w przypadku stosowania mas zalewowych na gorąco był odporny na temperaturę do 200°C. Kord powinien być wprowadzony w szczelinę na taką głębokość, aby nadać masie zalewowej odpowiednie wymiary geometryczne (np. dla masy zalewowej na gorąco głębokość = 1,5 x szerokość)
- b) zagruntować boczne ścianki szczeliny gruntownikiem (zgodnie z wymaganiami producenta masy zalewowej). W tym celu stosuje się sprzyskiwacze, zapewniające równomierne pokrycie ścianek cienką warstwą gruntownika. Gruntownik można także nanosić pędzlami,
- c) wprowadzić masę zalewową (rozgrzaną do wymaganej przez producenta temperatury zalewania) do szczeliny przeznaczonym do tego sprzętem mechanicznym, który pozwala kontrolować temperaturę gorącej masy. Masy w trakcie zalewania nie wolno przegrzewać. Należy przygotować/rozgrzewać ilość masy wystarczającej dla wykonania zakresu robót. Masy nie należy rozgrzewać wielokrotnie. Gorącą masę posypać sybkim materiałem w celu szybkiego oddania do ruchu (np. drobny piasek bazaltowy lub cement).. Oddanie nawierzchni do ruchu powinno nastąpić po ostygnięciu i stwardnieniu masy, zgodnie z wytycznymi producenta.
- d) W przypadku stosowania mas zalewowych na zimno, należy przestrzegać zaleceń producenta.

(9) Przygotowanie szczeliny (w zakresie jej oczyszczenia) pod wymianę profili gumowych należy wykonać analogicznie jak dla zabiegu opisanego dla masy zalewowej. Mocowanie profilu na odpowiedniej głębokości powinno być realizowane z wykorzystaniem specjalistycznych urządzeń. Profila nie można nadmiernie rozciągać

w trakcie wbudowania, zapobiega temu wbudowana w profil linka. Niekiedy zachodzi konieczność zwiększenia wymiarów profili ze względu na poszerzenie szczeliny.

(10) Dopuszcza się uszczelnianie szczelin masą zalewową na gorąco, które poprzednio uszczelnione były profilami i które uległy zaniżeniu. Zapadnięty profil nie musi być usuwany ze szczeliny, o ile wymiary geometryczne masy zalewowej po wbudowaniu będą prawidłowe, a ścianki szczeliny odpowiednio oczyszczone i zagruntowane.

5.10. Uszczelnienie szczelin

(1) Zabieg ten stosuje się gdy całkowita suma długości uszkodzonych wypełnień w szczelinie jest mniejsza niż 8 m/sekcia 10 m.

(2) Wykonuje się go analogicznie jak zabieg wymiany wypełnień w szczelinach, jednak tylko na wybranych fragmentach uszkodzonych wypełnień, zarówno na długości jak i głębokości wypełnienia.

(3) Zaleca się na danym uszkodzonym fragmencie usunąć poprzednie wypełnienie na całej głębokości.

5.11. Śrutowanie nawierzchni

(1) Zabieg polega na zastosowaniu urządzeń wyrzucających z siebie metalowy śrut, który uderzając z odpowiednią siłą w nawierzchnię, tworzy jej nową makro- i mikrostrukturę.

(2) Zabieg zaleca się stosować w przypadku, gdy wartość współczynnika tarcia nawierzchni betonowej zmniejszy się do wartości krytycznej.

(3) W wyniku ingerencji mechanicznej uzyskuje się zmianę kształtu kruszywa a zarazem poprawę szorstkości. Wytworzone na kruszywie dodatkowe nierówności mikrostrukturalne pozwalają na uzyskanie lepszych właściwości przeciwpoślizgowych. Podczas zabiegu śrutowania istnieje możliwość pogłębienia makrotekstury. Poprawa tej cechy umożliwia polepszenie warunków odprowadzenia wody z nawierzchni.

(4) Śrutowanie jest metodą suchą. W realizacji wymagane jest kompleksowe urządzenie złożone ze śrutownicy wraz z układem odpylania-odsysania. Zestaw w trakcie użycia powinien umożliwiać zbieranie urobku po śrutowaniu oraz śrutu stalowego. Urządzenie najczęściej montuje się na pojeździe ciężarowym, który jako cały zespół, przesuwa się po nawierzchni równolegle do kierunku jazdy. Po zabiegu należy wykorzystać zmiataarkę w celu oczyszczenia nawierzchni oraz wózków magnesowych w celu zebrania pozostałości śrutu.

(5) Nawierzchnia przed zabiegiem powinna być w dobrym stanie technicznym (poprawy wymaga tylko jej parametr szorstkości). Nawierzchnia musi być czysta i sucha. Jeśli jest to konieczne, nawierzchnię należy wcześniej dokładnie pozamiatać. Plamy oleju i tłuszczu należy usunąć za pomocą mieszaniny z detergentem, a następnie spłukać czystą wodą. Temperatura nawierzchni drogi powinna wynosić co najmniej 5°C, a wilgotność <85%.

(6) Pokrywy studzienek, dylatacje mostowe, kratki ściekowe itp. należy zabezpieczyć specjalną taśmą. Odcinek drogi przeznaczony do wykonania uszorstnienia powinien być oznakowany zgodnie z projektem tymczasowej organizacji ruchu.

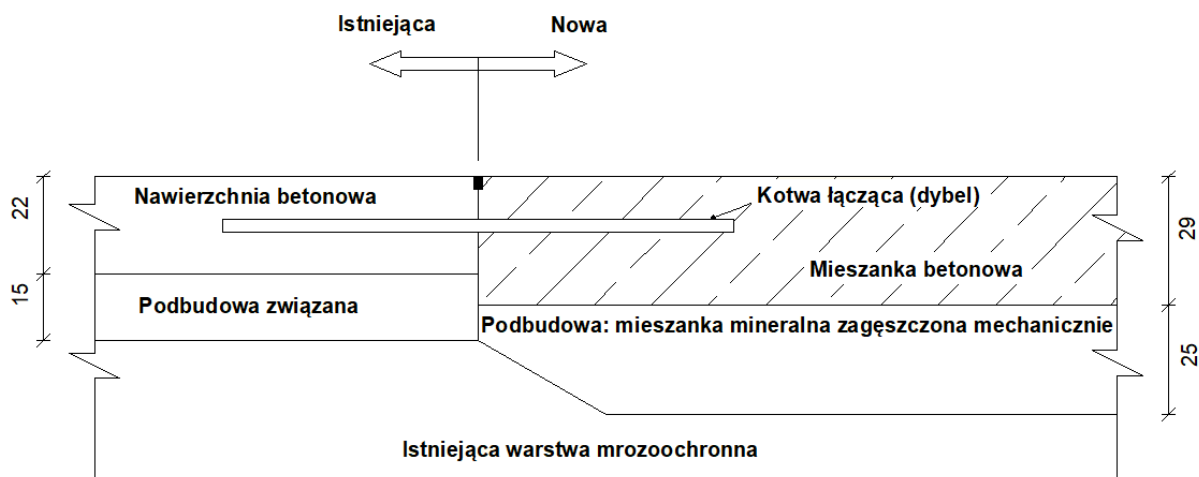
(7) Zabieg śrutowania może ingerować w istniejące na nawierzchni oznakowanie poziome (pod warunkiem, że zostanie one odtworzone) i nie może powodować degradacji nawierzchni poprzez zbyt głęboką ingerencję granulatem śrutowym.

(8) Szerokość jednorazowego śrutowania powinna być jak największa. Zmniejsza to ryzyko występowania tzw. zakładek, czyli podwójnego śrutowania tej samej powierzchni. Podwójne śrutowanie może powodować niejednorodność takiej nawierzchni oraz może tworzyć potencjalne ogniska korozji nawierzchni. Z tego względu maszyna powinna mieć możliwość śrutowania szerokości wynoszącej co najmniej 1 m.

5.12. Wymiana płyt ze wzmocnieniem konstrukcji

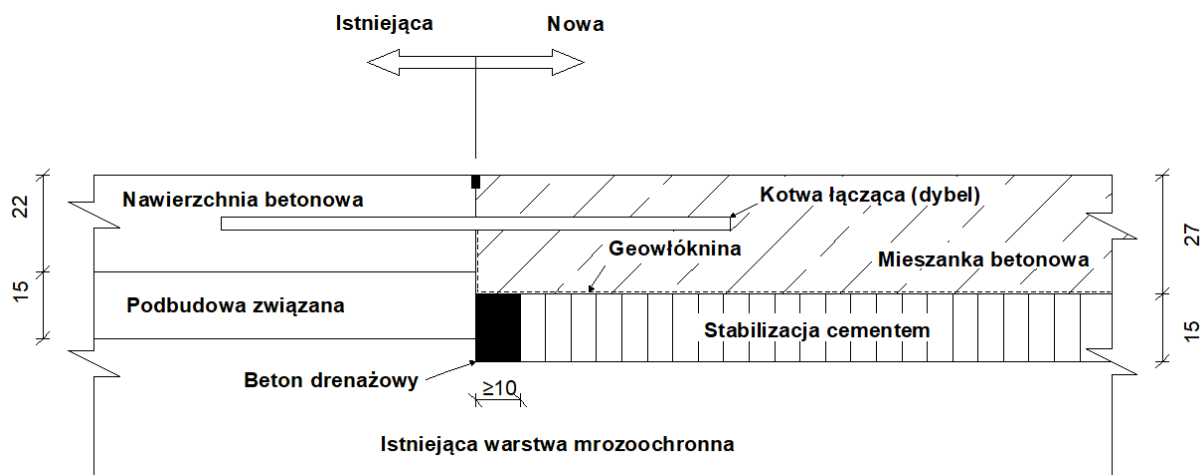
- (1) Nawierzchnia betonowa, która charakteryzuje się występowaniem spękań zmęczeniowych na powierzchni powinna zostać wzmocniona w celu przedłużenia trwałości.
- (2) Poprawa nośności nawierzchni (wzmocnienie) następuje poprzez pogrubienie płyty betonowej w wyniku wymiany płyt w ciągu. Jest to technologia pozwalająca zwiększyć grubość płyty bez zmiany niwelety. Wymiana płyt w ciągu następuje na jednym lub dwóch pasach ruchu. Dowiązanie do istniejącej nawierzchni powoduje, że nierówności na pasach sąsiednich zostają odwzorowane i mogą być usunięte w terminie późniejszym przy pomocy zabiegów powierzchniowych.
- (3) W trakcie przebudowy należy zapewnić równość warstw podbudowy.
- (4) Zwiększenie grubości płyty stosuje się na warstwach związanych i niezwiązanych zgodnie z podanymi niżej przykładami.
- (5) W każdym przypadku należy zabezpieczyć istniejące warstwy podbudowy w sąsiedztwie placu budowy przed rozluźnieniem lub rozmyciem.
- (6) Zasady wymiany płyt w ciągu stosuje się dla odcinków ≥ 25 m (minimum 5 płyt).
- (7) Wymiana płyt w ciągu jest realizowana maszynowo z użyciem rozkładarki lub ręcznie z użyciem listwy wibracyjnej. Nowa nawierzchnia wymaga odpowiedniego dyblowania, kotwienia oraz wykonania i uszczelnienia dylatacji.

Rys. 5.12.1. Schemat konstrukcji nowej płyty betonowej na warstwie podbudowy niezwiązanej.

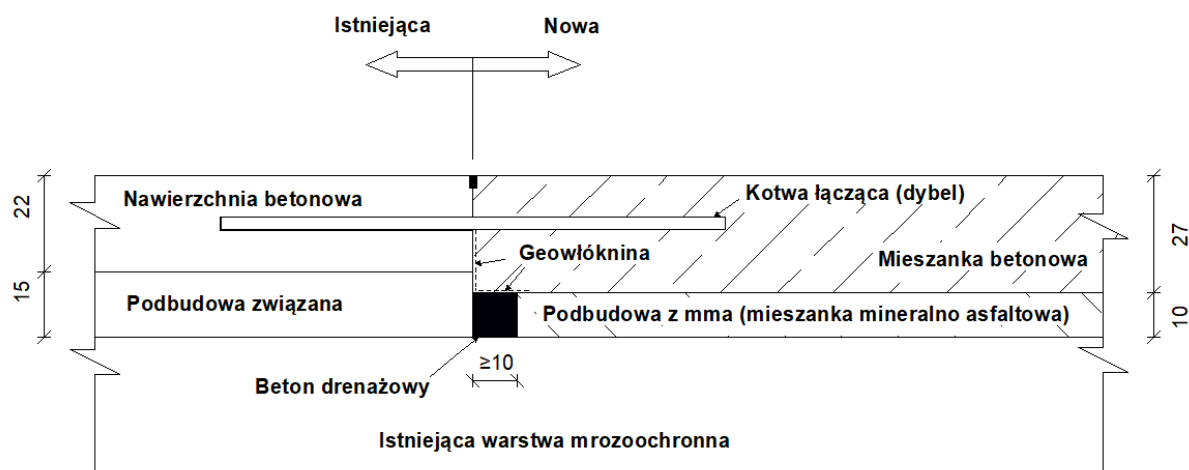


- (8) W przypadku nowej podbudowy związanej konieczne jest zapewnienie odwodnienia w obrębie nowej szczeliny konstrukcyjnej. Należy wykonać warstwę z betonu drenażowego przykrytego warstwą geowłókniny zgodnie z rys. 5.12.2. i 5.12.3. Szerokość warstwy betonu drenażowego nie powinna być większa niż 50 cm. Zastosowanie powyższego rozwiązania musi być wyszczególnione w kosztorysie.

Rys. 5.12.2. Schemat konstrukcji nowej płyty betonowej na podbudowie związanej cementem



Rys. 5.12.3. Schemat konstrukcji nowej płyty betonowej na podbudowie z mieszanki mineralno-asfaltowej



(9) Przy wymianie płyt należy odtworzyć dyblowanie i kotwienie płyty oraz przebieg szczelin dylatacyjnych.

6. Typowe rozwiązania technologiczne przy utrzymaniu poboczy

6.1. Wprowadzenie

(1) Pobocza stanowią boczne oparcie dla nawierzchni jezdni i powinny zapewniać szybkie odprowadzenie wody. Wewnętrzna krawędź pobocza i zewnętrzna krawędź jezdni powinny stanowić jedną linię, a spadek poprzeczny poboczy o nawierzchni gruntowej powinien być większy od spadku poprzecznego jezdni. Pochylenie podłużne poboczy powinno być zgodne z pochyleniem podłużnym jezdni.

(2) Pobocze źle utrzymane, nierówne, z dużą ilością kolein i zaniżeń, ze znacznymi ubytkami gruntu, stanowi nie tylko zagrożenie dla ruchu, lecz również przyspiesza uszkodzenia podbudowy i nawierzchni jezdni, a przez brak właściwego odpływu wody – nawadnia korpus drogowy i obniża nośność konstrukcji. W wielu przypadkach pobocza są wykorzystywane w sytuacjach awaryjnych przez pojazdy, więc ich nośność powinna umożliwiać przenoszenie obciążeń na nie wywieranych.

(3) Utrzymanie zieleni niskiej obejmuje koszenia wraz z usunięciem skoszonej trawy. Utrzymanie krzewów i żywopłotów obejmuje ich formowanie i przycinanie w celu zapewnienia właściwej skrajni, warunków widoczności oraz estetyki otoczenia drogi. Odmładzanie i formowanie korony drzew wykonuje się w celu zapewnienia wymaganej skrajni drogowej oraz usuwania gałęzi i konarów stanowiących zagrożenie dla bezpieczeństwa użytkowników drogi. Okresowo przeprowadza się usuwanie zieleni niepożądaną.

(4) Uszkodzenia poboczy w postaci rozmycia i śladów rozjechań powinny być usuwane na bieżąco w miarę zaistnienia potrzeby. Roboty utrzymaniowe obejmujące uzupełnienie poboczy, ścinkę poboczy i umocnienie poboczy realizuje się w ramach planów remontowych.

(5) W zakresie utrzymania poboczy rozróżnia się technologie dla poboczy o nawierzchni twardej i poboczy o nawierzchni gruntowej.

6.2. Utrzymanie poboczy o nawierzchni twardej

(1) W przypadku poboczy o nawierzchni twardej przewiduje się zakres czynności utrzymaniowych jak dla nawierzchni jezdni.

6.3. Utrzymanie poboczy o nawierzchni gruntowej

(1) Zakres prac utrzymaniowych na poboczach o nawierzchni gruntowej obejmuje:

- a) naprawę lokalnie uszkodzonych poboczy,
- b) profilowanie i uzupełnianie zaniżeń poboczy,
- c) ścinanie zawyżonych poboczy lub wykonanie rowków odpływowych przez zawyżone pobocze.

(2) Materiały stosowane do uzupełniania poboczy to: mieszanki niezwiązane, żwiry i mieszanki, piaski, mieszanki gliniasto-piaskowe, mieszanki gliniasto-żwirowe, mieszanki z gruntów z kruszywami odpadowymi oraz destrukty z frezowania nawierzchni bitumicznych.

(3) Do naprawy poboczy stosuje się następujące maszyny i urządzenia: zrywarki, kultywatory lub brony talerzowe do spulchniania, równiarki do profilowania przekroju poprzecznego, ścinarki poboczy, ładowarki czołowe i chwytakowe do załadunku gruntu, walce statyczne, płytowe zagęszczarki wibracyjne, szczotki mechaniczne, urządzenia do rozpryskiwania wody.

(4) Przed przystąpieniem do robót Wykonawca jest zobowiązany, w zależności od charakteru wykonywanej naprawy, dokonać:

- a) usunięcia z naprawianych powierzchni zanieczyszczeń takich jak: gałęzie, kamienie, liście, skoszenia trawy i chwastów, a w razie wykonywania ścinki poboczy, również pachołków bądź innych elementów, których usunięcie czasowe nie spowoduje zagrożenia dla bezpieczeństwa ruchu drogowego,
- b) wyznaczenia szerokości pobocza i ustalenia krawędzi korony drogi,
- c) odwodnienia naprawianych powierzchni w przypadku stwierdzenia zastoi wód, przez wykopanie rowków odwadniających,
- d) spulchnienia powierzchni lub rozdrobnienia darniny w przypadkach niezbędnych przy wykonywaniu ścinki poboczy,

- e) spulchnienia powierzchni poboczy na głębokość od 2 do 3 cm przy ich uzupełnianiu dla dobrego związania warstw,
- f) spryskania wodą powierzchni naprawianych w przypadku nadmiernie suchego gruntu poboczy.

(5) Przy profilowaniu i uzupełnianiu zaniżeń poboczy należy stosować się do następujących zasad:

- a) materiał powinien być równomiernie rozkładany na całej szerokości pobocza oraz profilowany do wymaganego spadku poprzecznego za pomocą równiarek,
- b) zagęszczenie gruntu o optymalnej wilgotności powinno być dokonywane za pomocą walców, których rodzaj Wykonawca uzgadnia z zarządcą drogi. Zagęszczenie gruntu należy prowadzić od krawędzi poboczy w kierunku krawędzi nawierzchni. Zagęszczona powierzchnia powinna być równa, posiadać jednakowy spadek poprzeczny zgodny ze spadkiem założonym oraz nie posiadać śladów kół od walców.

(6) Zawyżone pobocza należy poddać następującym zabiegom remontowym:

- a) zawyżone pobocza należy ścinać do uzyskania odpowiedniego poziomu, zapewniającego właściwe odwodnienie jezdni, przy użyciu sprzętu specjalistycznego (np. ścinarką, równiarką) lub ręcznie,
- b) rowki odpływowe (odwadniające) w poprzek pobocza wykonuje się, gdy istnieje doraźna potrzeba usunięcia lokalnych zastoisk wodnych na jezdni lub zapobieżenia spływania wody wzdłuż drogi, na pograniczu jezdni i zawyżonego pobocza oraz nie przewiduje się w najbliższym czasie całkowitej ścinki zawyżonego pobocza. Rowki odpływowe wykonuje się w miejscach pozwalających na szybki i skuteczny spływ wody z jezdni, prostopadle lub ukośnie do krawędzi nawierzchni.

(7) Po wykonaniu robót remontowych Wykonawca jest zobowiązany do usunięcia gruntu ze skarp, jeśli w trakcie robót grunt został tam przesunięty oraz do ustawienia, usuniętych na czas robót, pachotków lub innych elementów znajdujących się na poboczu.

7. Typowe rozwiązania przy utrzymaniu urządzeń do odwodnienia

7.1. Wprowadzenie

(1) Czyszczenie drogowego urządzenia do odwodnienia dotyczy usuwania naniesionego materiału zanieczyszczającego w postaci piasku, namułu, błota, szlamu, liści, gałęzi, śmieci itp., utrudniającego prawidłowe funkcjonowanie tego urządzenia.

(2) Zakres prac związanych z oczyszczeniem i utrzymaniem w stanie stałej drożności urządzeń do odwodnienia dotyczy:

- a) ścieków przykrawężnikowych,
- b) kratek wpustowych,
- c) studzienek rewizyjnych i ściekowych,
- d) studzienek odwadniających mostowych,
- e) kolektorów kanalizacyjnych i przykanalików,
- f) przepustów pod drogami i zjazdami,
- g) studni chłonnych,
- h) wylotów sączków podłużnych i poprzecznych,
- i) zbiorników retencyjnych i odparowujących,
- j) rowów i rowów krytych.

(3) Na podstawie okresowej oceny stanu planuje się roboty utrzymaniowe, obejmujące odmulanie i profilowanie skarp rowów i zbiorników retencyjnych oraz oczyszczanie urządzeń do odwodnienia.

7.2. Czyszczenie i remonty urządzeń do odwodnienia

(1) W miarę potrzeby powinny być usuwane uszkodzenia, takie jak: osunięcia i rozmycia skarp rowów, niedrożność elementów odwodnienia oraz uszkodzenia wpustów i pokryw studni kanalizacyjnych.

(2) W czasie użytkowania należy okresowo czyścić dna zbiorników z osadów oraz wymieniać zamuloną warstwę ochronną.

(3) Przepusty powinny być czyszczone do osiągnięcia drożności ze światłem wynoszącym co najmniej 90%.

(4) Osadniki studzienek kanalizacyjnych, studni chłonnych, separatorów oraz kratek wpustów ulicznych powinny być okresowo czyszczone i opróżniane. Czyszczenie i udrażnianie przewodów oraz wpustów ulicznych wraz z przykanalikami powinno być wykonywane w sposób mechaniczny lub ręcznie.

(5) Wydobyte zanieczyszczenia należy wywieźć na składowisko odpadów za pomocą dowolnych środków transportu, jeśli zanieczyszczenia nie wydzielają nieprzyjemnych zapachów lub za pomocą pojemników z hermetycznym wiekiem albo pojazdami z przykrywaną skrzynią, jeśli nieczystości są gnilne lub cuchnące.

(6) Sprzęt stosowany do czyszczenia urządzeń do odwodnienia powinien ograniczyć powstawanie kurzu poprzez stosowanie m. in. zmywarko-zamiatarek oraz szczotek wyposażonych w pochłaniacze pyłów.

(7) Do czyszczenia i remontów urządzeń do odwodnienia stosuje się następujący sprzęt:

- a) szczotki mechaniczne, wiadra kanałowe, czyszczaki talerzowe, spirale kanałowe, szufle,
- b) zamiatarki samobieżne,
- c) sprężarki powietrza,
- d) zmywarko-zamiatarki,
- e) ładowarki czołowe, czerpakowe i inne,
- f) zbiorniki na wodę,
- g) wciągarki ręczne lub mechaniczne,
- h) pompy wysokociśnieniowe,
- i) samochody specjalne próżniowo-ssące do czyszczenia kanałów, studzienek, przepustów.

7.3. Koszenie trawy i chwastów na poboczach, skarpach i rowach

(1) Zakres prac związanych z koszeniem poboczy o nawierzchni gruntowej, skarp i rowów w granicach pasa drogowego oraz przy obiektach integralnie związanych z funkcją drogi, obejmuje:

- a) koszenie traw, chwastów i samosiewów w pasie drogowym,
- b) wycięcie traw, chwastów i samosiewów w miejscach trudnodostępnych,
- c) usunięcie skoszonej trawy z powierzchni trawników.

(2) W pierwszej kolejności powinny być koszone trawy i chwasty na koronie drogi, a w szczególności występujące na poboczach i pod barierami oraz w miejscach mających zasadniczy wpływ na wizualny wygląd drogi. W drugiej kolejności powinny być koszone skarpy i przeciwskarpy rowów. Przy ustalaniu kolejności koszenia należy zwracać uwagę, aby trawa i chwasty nie powodowały ograniczeń widoczności i nie zasłaniały urządzeń drogowych (np. barier, znaków), co może stworzyć zagrożenia dla ruchu drogowego lub utrudnić drożność rowów odwadniających. Wysokość trawy po skoszeniu powinna być nie większa niż 5 cm.

(3) W pracach związanych z koszeniem stosuje się następujący sprzęt:

- a) kosiarki doczepne do ciągników, do koszenia dużych powierzchni, takich jak pobocza lub pasy drogowe poza koroną drogi,
- b) kosiarki wysięgnikowe, doczepne do ciągników, do koszenia rowów, skarp i przeciwskarp,
- c) kosiarki przenośne do koszenia w miejscach trudnodostępnych, takich jak: pod barierami, przy ogrodzeniach, znakach, pachołkach oraz innych urządzeniach drogowych oraz pozostałych miejscach w pasie drogowym, na których podczas koszenia niemożliwe jest użycie kosiarek samojezdnych.

7.4. Odmulenie rowów

(1) Prace przy odmulaniu rowów polegają na oczyszczeniu rowu poprzez wybranie namułu naniesionego przez wodę, ścięcie trawy i krzaków w obrębie rowu oraz na pogłębianiu i profilowaniu dna i skarp rowu.

(2) W pracach związanych z odmulaniem rowów stosuje się następujący sprzęt:

- a) koparki,
- b) spycharki lemieszowe,
- c) równiarki samojezdne lub przyczepne,
- d) urządzenia kontrolno-pomiarowe,
- e) zagęszczarki płytowo wibracyjne.

(3) Namuł i nadmiar gruntu pochodzące z remontowanych rowów i skarp należy wywieźć poza pas drogowy.

