



Wytyczne utrzymania nawierzchni jezdni i poboczy dróg samorządowych

**Część 3:
Rozwiązania materiałowo-
-technologiczne stosowane
przy remontach**

02-2026.09.16

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

WR-D-83-3

WR-D-83-3

Wytyczne utrzymania nawierzchni jezdni i poboczy dróg samorządowych. Część 3: Rozwiązania materiałowo-technologiczne stosowane przy remontach

Wersja: **02**

Obowiązuje od: **2026.09.16**

Rekomendował: **Minister Infrastruktury w dniu 16 września 2026 r. (DDP-4.0600.11.2026)**

Wzorce i standardy rekomendowane przez Ministra właściwego ds. transportu:

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

Sporządzono na podstawie „Wytycznych utrzymania dróg samorządowych. Część 3: Katalog typowych rozwiązań materiałowo-technologicznych stosowanych przy remontach” opracowanych przez Zespół w składzie:

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

Koordynator zamówienia: Piotr Mackiewicz

Wersja 01 została opracowana przez Zespół w składzie: Karol Kowalski, Bartłomiej Krawczyk, Jan Król, Adam Liphardt, Piotr Mackiewicz, Piotr Radziszewski, Michał Sarnowski, Antoni Szydło
Koordynator zamówienia: Stanisław Gaca

Jednostka odpowiedzialna:

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

© Skarb Państwa – Minister Infrastruktury

Zdjęcie na okładce © Jan Król

Przygotowanie wersji 02 WR-D-83-3 sfinansowano ze środków Europejskiego Funduszu Rozwoju Regionalnego w ramach programu Pomoc Techniczna dla Funduszy Europejskich 2021-2027.



Pomoc Techniczna
dla Funduszy Europejskich



Rzeczpospolita
Polska

Dofinansowane przez
Unię Europejską



Spis treści

1. Przedmiot i zakres stosowania

2. Wykaz opracowań powołanych

2.1. Akty prawne

3. Definicje i objaśnienia skrótów

3.1. Definicje

3.2. Skróty

3.3. Symbole

4. Technologie zabiegów remontowych nawierzchni twardych

4.1. Nawierzchnie asfaltowe

4.2. Nawierzchnie betonowe

5. Typowe rozwiązania materiałowo-technologiczne przy remontach asfaltowych nawierzchni jezdni

5.1. Wprowadzenie

5.2. Frezowanie lub mikrofrezowanie nawierzchni

5.2.1. Mikrofrezowanie nawierzchni jako samodzielny zabieg

5.2.2. Frezowanie nawierzchni jako element innych zabiegów

5.3. Śrutowanie nawierzchni

5.4. Hydromonitoring nawierzchni (waterblasting)

5.5. Termoprofilowanie warstwy ścieralnej

5.6. Powierzchniowe utwalenie

5.6.1. Powierzchniowe utwalenie pojedyncze

5.6.2. Powierzchniowe utwalenie klinowane

5.6.3. Powierzchniowe utwalenie podwójne

5.6.4. Powierzchniowe utwalenie warstwowe

5.7. Cienka warstwa na zimno

5.8. Cienka warstwa na gorąco

5.9. Wymiana warstwy nawierzchni

5.9.1. Wymiana warstwy ścieralnej z mieszanek zamkniętych

5.9.2. Wymiana warstwy ścieralnej z mieszanek półotwartych i otwartych

5.9.3. Wymiana warstw asfaltowych poniżej warstwy ścieralnej nawierzchni drogowej

5.9.4. Wymiana górnych warstw w technologii nawierzchni jednowarstwowej

5.10. Remont całej powierzchni z zastosowaniem geosyntetyków

5.11. Remixing warstw nawierzchni

5.11.1. Technologia remixingu warstwy ścieralnej

5.11.2. Technologia remixingu plus warstwy ścieralnej

5.12. Naprawy spękań

5.12.1. Naprawa i wypełnianie spękań metodą pasmową

5.12.2. Przykrycie spękania taśmą uszczelniającą

5.12.3. Remixing otwartych spoin technologicznych

5.12.4. Naprawa spękania poprzecznego z zastosowaniem geosyntetyków

5.12.5. Recykling na zimno na miejscu

5.13. Wypełnienie łat, wybojów i ubytków w technologii na zimno z zastosowaniem mieszanek mineralno-asfaltowych

5.14. Wypełnienie łat, wybojów i ubytków w technologii na zimno z zastosowaniem emulsji asfaltowej i gysu

5.15. Wypełnienie łat, wybojów i ubytków w technologii na gorąco z zastosowaniem mieszanek mineralno-asfaltowych

6. Typowe rozwiązania materiałowo-technologiczne przy remontach betonowych nawierzchni jezdni

6.1. Wprowadzenie

6.2. Materiały

6.3. Szlifowanie

6.4. Grinding

6.5. Grinding & grooving

6.6. Śrutowanie nawierzchni

6.7. Dyblowanie wtórne

6.8. Stabilizacja płyt

6.9. Naprawy powierzchniowe

6.9.1. Uszczelnianie spękań, uzupełnienie złuszczeń i ubytków

6.9.2. Wymiana fragmentu płyty

6.9.3. Wymiana płyt

6.9.4. Kotwienie ukośne lub kotwienie poziome

6.10. Uzupełnienie wypełnień w szczelinach

6.11. Wymiana wypełnień w szczelinach

7. Typowe rozwiązania materiałowo-technologiczne przy remontach nawierzchni poboczy

7.1. Części poboczy o nawierzchni twardej

7.2. Pobocza lub części poboczy o nawierzchni gruntowej

1. Przedmiot i zakres stosowania

(1) Wytyczne utrzymania nawierzchni jezdni i poboczy dróg samorządowych WR-D-83 składają się z trzech części:

- a) Część 1: Wymagania podstawowe,
- b) Część 2: Diagnostyka,
- c) Część 3: Rozwiązania materiałowo-technologiczne stosowane przy remontach.

(2) Przedmiotem niniejszych wytycznych jest opis typowych rozwiązań materiałowo-technologicznych stosowanych przy remontach nawierzchni jezdni i poboczy dróg samorządowych.

(3) Szczegółowe parametry procesów technologicznych powinny być ustalone przez wykonawcę w porozumieniu z zarządcą drogi, na podstawie dokumentacji projektowej planowanego remontu. Właściwości stosowanych materiałów, w tym materiałów pochodzących z recyklingu, mieszanek mineralno-asfaltowych, zapraw i betonów, powinny spełniać wymagania zawarte w wymaganiach technicznych lub specyfikacjach technicznych określonych przez zarządcę drogi lub też w wymaganiach nadrzędnych.

(4) Wytyczne stosuje się do utrzymania nawierzchni jezdni i poboczy dróg kategorii:

- a) krajowej, których zarządcą nie jest Generalny Dyrektor Dróg Krajowych i Autostrad,
- b) wojewódzkiej,
- c) powiatowej,
- d) gminnej.

(5) Wytyczne stosuje się do utrzymania:

- a) jezdni o nawierzchni twardej (asfaltowej lub betonowej), w tym placów i stanowisk postojowych,
- b) części poboczy o nawierzchni twardej (opasek zewnętrznych, pasów awaryjnych) oraz opasek wewnętrznych,
- c) poboczy lub części poboczy o nawierzchni gruntowej.

(6) W wersji 02 dokumentu ujednolicono stosowaną nomenklaturę, zaktualizowano definicje, oznaczenia i symbole oraz uporządkowano sposób stosowania pojęć. Uzupełniono i zaktualizowano technologie utrzymaniowe oraz remontowe zgodnie z aktualnym poziomem wiedzy technicznej, dostępnych materiałów i praktyki wykonawczej. Przedstawiono także zasady doboru metod remontowych na podstawie oceny parametrów stanu nawierzchni jezdni.

2. Wykaz opracowań powołanych

2.1. Akty prawne

- [1] Ustawa z dnia 21 marca 1985 r. o drogach publicznych (Dz.U. z 2025 r. poz. 889, z późn. zm.).
- [2] Ustawa z dnia 7 lipca 1994 r. Prawo budowlane (Dz.U. z 2026 r. poz. 524, z późn. zm.).

3. Definicje i objaśnienia skrótów

3.1. Definicje

Kategoria ruchu (KR) – 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.

Nośność konstrukcji nawierzchni – cecha nawierzchni charakteryzująca zdolność konstrukcji nawierzchni do przejmowania obciążeń od ruchu drogowego, mierzona ugięciem nawierzchni pod obciążeniem standardowym.

Parametr stanu nawierzchni jezdni – wielkość zidentyfikowana na podstawie metod badawczych/pomiarowych wyrażająca ilościowo stan i cechy nawierzchni jezdni, zasadniczo w wartościach pomierzonych/zbadanych.

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

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 niewzbudzania 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.

Utrzymanie nawierzchni jezdni i poboczy dróg – kompleksowe działania polegające na planowaniu, diagnostyce, a następnie remoncie nawierzchni jezdni i poboczy dróg, w celu przeciwdziałania przyspieszonej i niekontrolowanej degradacji nawierzchni i poboczy dróg na różnym etapie jej eksploatacji. Planowanie uwzględnia m.in. ustalenie poziomów i wariantów oceny nawierzchni jezdni i poboczy dróg.

3.2. Skróty

AC (ang. Asphalt Concrete) – beton asfaltowy.

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

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

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

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

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

MA (ang. Mastic Asphalt) – asfalt lany.

MMA – mieszanka mineralno-asfaltowa.

PA (ang. Porous Asphalt) – asfalt porowaty.

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

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

SMA-LA mieszanka mastyksowo-grysowa SMA z podwyższoną zawartością wolnych przestrzeni.

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
GK	[mm]	głębokość koleiny
GNP	[mm]	głębokość nierówności poprzecznej
IRI _{sr}	[m/km]	średnia wartość IRI
LIW	[m ²]	łaty, wyboje i ubytki
LTE	[%]	współczynnik przenoszenia obciążeń (współpracy płyt)
ORP	[mm]	odchylenie równości podłużnej
SPD	[m]	spękania pojedyncze
SPO	[m ²]	spękania powierzchniowe
UB	[m ²]	ubytki (wyboje, lejki, złuszczenia, wykruszenia krawędzi)
USK	[mm]	uskoki płyt
WSZ	[m]	wypełnienie szczelin
WTC30	[-]	średnia wartość współczynnika tarcia – pomiar ciągły, prędkość 30 km/h
WTC60	[-]	średnia wartość współczynnika tarcia – pomiar ciągły, prędkość 60 km/h
WTN30	[-]	średnia wartość współczynnika tarcia – pomiar nieciągły, prędkość 30 km/h
WTN60	[-]	średnia wartość współczynnika tarcia – pomiar nieciągły, prędkość 60 km/h

4. Technologie zabiegów remontowych nawierzchni twardych

4.1. Nawierzchnie asfaltowe

(1) Zaleca się dokonywanie wyboru technologii zabiegu remontowego nawierzchni asfaltowej na podstawie tab. 4.1.1.

Tab. 4.1.1. Wskazówki doboru zabiegów remontowych nawierzchni asfaltowych

Rodzaj uszkodzenia nawierzchni		Klasa lub część drogi	Kryterium oceny	Klasa stanu nawierzchni jezdni	Proponowany rodzaj technologii remontu
Nierówności – deformacje	Nierówności podłużne	GP	Wskaźnik IRI _l ≥ 6,6 mm/m	D	- mikrofrezowanie nawierzchni - mikrofrezowanie nawierzchni + ułożenie cienkiej warstwy ścieralnej na gorąco lub na zimno - wymiana warstwy ścieralnej
		G	Wskaźnik IRI _l ≥ 7,2 mm/m	D	
		GP, G, Z	Odchylenie równości podłużnej ORP ≥ 35 mm	D	
		L, D, place, stanowisk a postojowe	Odchylenie równości podłużnej ORP ≥ 39 mm	D	- mikrofrezowanie nawierzchni - mikrofrezowanie nawierzchni + ułożenie cienkiej warstwy ścieralnej na gorąco lub na zimno
	Nierówności poprzeczne – koleiny	GP, G, Z	Głębokość koleiny GK ≤ 30 mm	C	- mikrofrezowanie nawierzchni - termoprofilowanie warstwy ścieralnej - mikrofrezowanie nawierzchni + powierzchniowe utwardzenie - wyrównanie cienką warstwą ścieralną na gorąco lub na zimno - remixing warstwy ścieralnej
			Głębokość koleiny GK > 30 mm	D	- frezowanie nawierzchni + ułożenie cienkiej warstwy ścieralnej na zimno lub na gorąco - remixing plus warstwy ścieralnej - wymiana warstw nawierzchni
		L, D place, stanowisk a postojowe	Głębokość koleiny GK ≤ 40 mm	C	- mikrofrezowanie nawierzchni - mikrofrezowanie nawierzchni + powierzchniowe utwardzenie - wyrównanie cienką warstwą ścieralną na gorąco lub na zimno
			Głębokość koleiny GK > 40 mm	D	- frezowanie nawierzchni + ułożenie cienkiej warstwy na zimno lub na gorąco - wymiana warstw nawierzchni
Niedostateczny współczynnik tarcia	Niedostateczny współczynnik tarcia – pomiar nieciągły	GP, G, Z, L, D	Współczynnik tarcia WTN30 ≤ 0,33 przy prędkości pomiaru 30 km/h	D	- śrutowanie nawierzchni - hydromonitoring nawierzchni (waterblasting) - frezowanie nawierzchni - powierzchniowe utwardzenie¹⁾ - cienka warstwa ścieralna na zimno
			Współczynnik tarcia WTN60 ≤ 0,27 przy prędkości pomiaru 60 km/h	D	
	Niedostateczny współczynnik tarcia – pomiar ciągły		Współczynnik tarcia WTC30 ≤ 0,22 przy prędkości pomiaru 30 km/h	D	
			Współczynnik tarcia WTC60 ≤ 0,20 przy prędkości pomiaru 60 km/h	D	
Powierzchniowe – spękania, łaty, wyboje, ubytki	Spękania pojedyncze (podłużne, poprzeczne, ukośne i nieregularne) w tym blokowe oraz nieszczelne spoiny technologiczne i stan krawędzi	-	Długość spękań SPD < 60 m / sekcja 100 m	A, B	- uszczelnienie pojedynczych spękań nawierzchni metodą powierzchniowego utwardzenia - wypełnienie spękań metodą pasmową bez rozfrezowania - wypełnienie spękania poszerzonego przez frezowanie - przykrycie spękania taśmą uszczelniającą - remixing otwartych spoin technologicznych - remont poprzecznego spękania odbitego z zastosowaniem geosyntetyków
			Długość spękań SPD ≥ 60 m / sekcja 100 m	C, D	- remont całej powierzchni z zastosowaniem geosyntetyków i ułożenie nowych warstw asfaltowych - recykling na zimno na miejscu
	Spękania powierzchniowe (siatkowe i blokowe ²⁾)	-	Powierzchnia spękań SPO < 60 m ² / sekcja 100 m	A, B	- uszczelnienie spękań nawierzchni metodą powierzchniowego utwardzenia - wypełnienie spękań metodą pasmową bez rozfrezowania - wypełnienie spękania poszerzonego przez frezowanie - przykrycie spękania taśmą uszczelniającą
			Powierzchnia spękań SPO ≥ 60 m ² / sekcja 100 m	C, D	- remont całej powierzchni z zastosowaniem geosyntetyków i ułożenie nowych warstw asfaltowych - recykling na zimno na miejscu
	Łaty, wyboje i ubytki	-	Powierzchnia łat, wybojów, ubytków LIW < 60 m ² / sekcja 100 m	A, B	- wypełnienie w technologii na gorąco z zastosowaniem mieszanki mineralno-asfaltowej - wypełnienie w technologii na zimno z zastosowaniem mieszanki mineralno-asfaltowej

Rodzaj uszkodzenia nawierzchni		Klasa lub część drogi	Kryterium oceny	Klasa stanu nawierzchni jezdni	Proponowany rodzaj technologii remontu
					- wypełnienie w technologii na zimno z zastosowaniem emulsji asfaltowej i grysu - cienka warstwa ścieralna na zimno - cienka warstwa ścieralna na gorąco
			Powierzchnia łat, wybojów, ubytków LIW $\geq 60 \text{ m}^2$ / sekcja 100 m	C, D	- powierzchniowe utrwalenie - cienka warstwa ścieralna na zimno lub na gorąco - wymiana warstwy ścieralnej - w razie konieczności wymiana warstwy wiążącej i lokalna wymiana warstw podbudowy

¹⁾ Tylko w przypadku dróg klasy Z, L i D.

²⁾ W przypadku gęstej siatki spękań blokowych o powierzchni $\geq 60 \text{ m}^2$ / sekcję 100 m zaleca się traktowanie tego rodzaju spękań jako powierzchniowe i stosowanie technologii remontowych jak dla spękań siatkowych w klasie stanu nawierzchni jezdni C i D.

4.2. Nawierzchnie betonowe

(1) Zaleca się dokonywanie wyboru technologii zabiegu remontowego nawierzchni betonowej na podstawie tab. 4.2.1.

Tab. 4.2.1. Wskazówki doboru technologii remontowych nawierzchni betonowych

Rodzaj uszkodzenia nawierzchni		Klasa lub część drogi	Kryterium oceny	Klasa stanu nawierzchni jezdni	Proponowany rodzaj technologii remontu
Nierówności – deformacje	Nierówności podłużne	GP	Wskaźnik IRI _{sr} ≥ 6,6 mm/m	D	- szlifowanie^{1),6)} - grinding - grinding & grooving
		G	Wskaźnik IRI _{sr} ≥ 7,2 mm/m	D	
	Nierówności podłużne – na długości płyt ²⁾ (paczenie)	GP, G, Z	Odchylenie równości podłużnej ORP ≥ 35 mm	D	
		L, D, place, stanowiska postojowe	Odchylenie równości podłużnej ORP ≥ 39 mm	D	
	Uskoki płyt	-	Uskok płyt USK ≥ 10 mm i < 15 mm	C	- stabilizacja płyt - dyblowanie wtórne
			Uskok płyt USK ≥ 15 mm	D	
Nierówności poprzeczne	GP, G, Z	Głębokość nierówności poprzecznej GNP ≥ 30 mm	D	- szlifowanie^{1),6)} - grinding - grinding & grooving	
	L, D, place, stanowiska postojowe	Głębokość nierówności poprzecznej GNP ≥ 40 mm	D		
Niedostateczny współczynnik tarcia	Niedostateczny współczynnik tarcia – pomiar nieciągły	GP, G, Z, L, D	Współczynnik tarcia WTN30 ≤ 0,33 przy prędkości pomiaru 30 km/h	D	- śrutowanie nawierzchni - grinding - grinding & grooving
			Współczynnik tarcia WTN60 ≤ 0,27 przy prędkości pomiaru 60 km/h	D	
	Niedostateczny współczynnik tarcia – pomiar ciągły ³⁾		Współczynnik tarcia WTC30 ≤ 0,22 przy prędkości pomiaru 30 km/h	D	
			Współczynnik tarcia WTC60 ≤ 0,20 przy prędkości pomiaru 60 km/h	D	
Powierzchniowe – spękania, ubytki	Spękania pojedyncze (podłużne, poprzeczne i ukośne)	-	Długość spękań SPD < 30 m / sekcja 10 m	A, B	uszczelnienie pęknięcia³⁾
			Długość spękań SPD ≥ 30 m / sekcja 10 m	C, D	- kotwienie ukośne - kotwienie poziome i uszczelnienie pęknięcia³⁾ - uszczelnienie pęknięcia poprzecznego wraz z dyblowaniem wtórnym⁴⁾ - wymiana fragmentu płyty⁵⁾
	Spękania powierzchniowe (mrozowe, alkaliczne, zmęczeniowe)	-	Powierzchnia spękań SPO < 9 m ² / sekcja 10 m	A, B	uszczelnienie pęknięć, masą zalewową lub MMA po uprzednim frezowaniu^{1),7)}
			Powierzchnia spękań SPO ≥ 9 m ² / sekcja 10 m	C, D	wymiana płyt
	Ubytki (wyboje, lejki, złuszczenia, wykruszenia krawędzi)	-	Powierzchnia ubytków UB < 15 m ² / sekcja 10 m	A, B	- uszczelnienie pęknięć - uzupełnienie złuszczeń i ubytków
			Powierzchnia ubytków UB ≥ 15 m ² / sekcja 10 m	C, D	- frezowanie głębokie^{1),7)} i wykonywanie nakładki z MMA - wymiana płyt
Wypełnienia szczelin	Uszkodzenia wypełnień szczelin (masy zalewowej, wkładek, profili)	-	Długość uszkodzeń WSZ < 8 m/sekcja 10 m	A, B	uzupełnienie wypełnień w szczelinach
			Długość uszkodzeń WSZ ≥ 8 m/sekcja 10 m	C, D	wymiana wypełnień w szczelinach

¹⁾ Zmiana trwałości zmęczeniowej konstrukcji nawierzchni w wyniku szlifowania/frezowania; szacunkowo szlifowanie/frezowanie do 2 cm grubości płyty powoduje obniżenie kategorii ruchu (np. z KR5 na KR4); szlifowanie/frezowanie do 3 cm powoduje obniżenie trwałości o 2 kategorie ruchu (np. z KR5 na KR3); w celu określenia rzeczywistej pozostałej trwałości zaleca się przeprowadzenie pomiarów czasy przemieszczeń (FWD) oraz identyfikację parametrów konstrukcji nawierzchni.

²⁾ W przypadku odcinków, na których występują dyatacje 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.

Rodzaj uszkodzenia nawierzchni	Klasa lub część drogi	Kryterium oceny	Klasa stanu nawierzchni jezdni	Proponowany rodzaj technologii remontu
⁴⁾ Pęknięcia poprzeczne ≥ 40 mm – uszczelnienie po wcześniejszym poszerzeniu i uzupełnieniu kruszywem; w przypadku braku współpracy fragmentów płyty przedzielonych pęknięciem ($LTE < 0,65$) konieczne wtórne dyblowanie. ⁵⁾ Pęknięcia ukośne powodujące odlamanie naroży o szerokości ≥ 6 mm – wymiana odlamanego fragmentu płyty i uzupełnienie mieszanką mineralno-asfaltową (MMA). ⁶⁾ Możliwe jest połączenia zabiegu szlifowania z zabiegiem śrutowania w celu odtworzenia struktury nawierzchni podobnej do odkrytego kruszywa, co pozwoli na redukcję hałasu i polepszy współczynnik tarcia. ⁷⁾ W przypadku frezowania na głębokość 10-15 cm uzupełnić płytę do pierwotnej grubości nowym materiałem, np. MMA. ⁸⁾ Pomiar współczynnika tarcia wykonywać na drogach o prędkości dopuszczalnej wynoszącej więcej niż 60 km/h.				

5. Typowe rozwiązania materiałowo-technologiczne przy remontach asfaltowych nawierzchni jezdni

5.1. Wprowadzenie

(1) W rozdziale omówiono wybrane technologie pozwalające prowadzić remonty asfaltowych nawierzchni jezdni, które pozwalają na usunięcie uszkodzeń nawierzchni opisanych w WR-D-83-2. Remont stanowi istotny etap w procesie długoterminowego utrzymania drogi [1], [2].

(2) Zaprezentowane technologie remontowych stanowią zaplanowane działania w cyklu życia drogi związane z utrzymaniem. Pozwalają osiągnąć i utrzymać odpowiedni stan techniczny drogi.

(3) Przedstawiono następujące technologie remontowe:

- a) frezowanie lub mikrofrezowanie nawierzchni,
- b) śrutowanie nawierzchni,
- c) hydromonitoring nawierzchni (waterblasting),
- d) termoprofilowanie warstwy ścieralnej,
- e) powierzchniowe utwalenie,
- f) cienka warstwa na zimno,
- g) cienka warstwa na gorąco,
- h) wymiana warstwy nawierzchni,
- i) remont całej powierzchni z zastosowaniem geosyntetyków,
- j) remixing warstw nawierzchni,
- k) naprawy spękań,
- l) wypełnienie łat, wybojów i ubytków.

5.2. Frezowanie lub mikrofrezowanie nawierzchni

(1) Technologię frezowania lub mikrofrezowania nawierzchni asfaltowej stosuje się jako doraźny samodzielny zabieg lub jako element innych zabiegów remontowych i utrzymaniowych.

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

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

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

(4) Technologia frezowania polega na usunięciu warstwy nawierzchniowej, a technologia mikrofrezowania na wyrównaniu warstwy ścieralnej, za pomocą zmechanizowanych urządzeń frezujących, wyposażonych w bęben skrawający. Szerokość oraz wyposażenie bębna skrawającego dobiera się w zależności od zakresu i rodzaju prowadzonych prac.

5.2.1. Mikrofrezowanie nawierzchni jako samodzielny zabieg

(1) Technologia polega na wykonaniu mikrofrezowania częściowego lub całej powierzchni nawierzchni asfaltowej w celu likwidacji nierówności podłużnych i poprzecznych oraz w celu poprawy bezpieczeństwa. Jest to zabieg doraźny i stosuje się go jako rozwiązanie tymczasowe. Nawierzchnię poddaną takiemu zabiegowi ujmuje się w planie remontowym, zgodnie z przyjętą strategią, z perspektywą jej naprawy do 3 lat od wykonania zabiegu.

(2) Zabieg mikrofrezowania stosuje się jako samodzielny zabieg do likwidacji nierówności podłużnych, dla przypadków, gdy:

- a) wskaźnik IRI_{sr} $\geq 6,6$ mm/m (drogi klasy GP),
- b) wskaźnik IRI_{sr} $\geq 7,2$ mm/m (drogi klasy G),
- c) odchylenie równości podłużnej ORP ≥ 35 mm (drogi klasy GP, G, Z),
- d) odchylenie równości podłużnej ORP ≥ 39 mm (drogi klasy L, D, place, stanowiska postojowe),

oraz do likwidacji nierówności poprzecznych, dla przypadków, gdy:

- a) głębokość nierówności poprzecznej $GK \leq 30$ mm (drogi klasy GP, G, Z),
- b) głębokość nierówności poprzecznej $GK \leq 40$ mm (drogi klasy L, D, place, stanowiska postojowe).

(3) Zabieg mikrofrezowania, stosowany jako samodzielny zabieg, ma na celu także poprawę właściwości przeciwpoślizgowych nawierzchni (gdy współczynnik tarcia $WTN_{30} \leq 0,33$ przy prędkości pomiaru 30 km/h lub współczynnik tarcia $WTN_{60} \leq 0,27$ przy prędkości pomiaru 60 km/h).

(4) Po nawierzchni asfaltowej wyprofilowanej poprzez mikrofrezowanie może odbywać się ruch drogowy, jeżeli głębokość rowków nie przekracza 6 mm. Nawierzchnię po mikrofrezowaniu częściowym oczyszcza się i odpyla.

(5) Na nawierzchni, na której przeprowadzono mikrofrezowanie częściowe, można wykonać zabieg powierzchniowego utwardzenia lub ułożyć cienką warstwę w technologii na zimno lub na gorąco.

5.2.2. Frezowanie nawierzchni jako element innych zabiegów

(1) Frezowanie jako element innych zabiegów stosuje się w celu usunięcia części lub całości warstw nawierzchni asfaltowej (rys. 5.2.2.1).

(2) Zabieg frezowania nawierzchni asfaltowej jako element innych zabiegów stosuje się do likwidacji nierówności podłużnych i poprzecznych, dla takich samych przypadków jak przy frezowaniu stosowanym jako samodzielny zabieg, a ponadto, do likwidacji nierówności poprzecznych, dla przypadków, gdy:

- a) głębokość nierówności poprzecznej $GK > 30$ mm (drogi klasy GP, G, Z),
- b) głębokość nierówności poprzecznej $GK > 40$ mm (drogi klasy L, D, place, stanowiska postojowe).

(3) Szerokość, głębokość oraz kierunek frezowania dobiera się 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 ± 1 mm. Głębokość frezowania powinna odpowiadać głębokości określonej w dokumentacji z dokładnością ± 5 mm.

(4) Frezowanie prowadzi się selektywnie lub całościowo.

(5) Frezowanie selektywne polega na usuwaniu kolejnych warstw nawierzchni o jednakowych właściwościach

i uśrednionej grubości warstw. W celu przeprowadzania frezowania selektywnego wykonuje się rozpoznanie terenowe grubości i obszaru istniejących warstw i opracowuje się plan frezowania. Materiał z frezowania selektywnego składa się oddzielnie i oznacza.

(6) 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 odpowiednio oznacza się, zabezpiecza i poddaje kwalifikacji.



Rys. 5.2.2.1. Przykład frezowania nawierzchni na całej powierzchni

5.3. Śrutowanie nawierzchni

- (1) Zabieg śrutowania polega na zastosowaniu urządzeń wyrzucających z siebie metalowy śrut, który uderzając z odpowiednią siłą w nawierzchnię, tworzy jej nową makro- i mikrostrukturę.
- (2) Zabieg śrutowania nawierzchni asfaltowych zaleca się stosować w przypadku konieczności poprawy ich właściwości przeciwpoślizgowych, gdy wartość współczynnika tarcia nawierzchni zmniejszy się do wartości krytycznej (współczynnik tarcia $WTN_{30} \leq 0,33$ przy prędkości pomiaru 30 km/h lub współczynnik tarcia $WTN_{60} \leq 0,27$ przy prędkości pomiaru 60 km/h).
- (3) Ogólne zalecenia technologiczne śrutowania nawierzchni asfaltowych są analogiczne jak w przypadku śrutowania nawierzchni betonowych, z tym zastrzeżeniem, że temperatura nawierzchni asfaltowej podczas wykonywania zabiegu powinna być $\leq 5^{\circ}\text{C}$. Taka temperatura nawierzchni zapewnia największą efektywność zabiegu.

5.4. Hydromonitoring nawierzchni (waterblasting)

- (1) Zabieg hydromonitoringu (ang. waterblasting) polega na zastosowaniu urządzeń oddziałujących na nawierzchnię wodą pod wysokim ciśnieniem, która uderzając z odpowiednią siłą w nawierzchnię, tworzy jej nową makro- i mikrostrukturę. Zabieg hydromonitoringu pozwala usunąć cienką warstwę nawierzchni nie powodując wyrywania ziaren i uszkodzenia struktury mieszanki.
- (2) Zabieg hydromonitoringu nawierzchni asfaltowych zaleca się stosować w przypadku konieczności poprawy ich właściwości przeciwpoślizgowych, gdy wartość współczynnika tarcia nawierzchni zmniejszy się do wartości krytycznej (współczynnik tarcia $WTN_{30} \leq 0,33$ przy prędkości pomiaru 30 km/h lub współczynnik tarcia $WTN_{60} \leq 0,27$ przy prędkości pomiaru 60 km/h).
- (3) Zabieg hydromonitoringu stosuje się do:
 - a) usuwania starego oznakowania poziomego,
 - b) oczyszczania nawierzchni przed ułożeniem nowej warstwy asfaltu (np. przed skropieniem międzywarstwowym emulsją asfaltową),
 - c) poprawy szorstkości nawierzchni,
 - d) poprawy szczepności nowo układanych warstw ze starą warstwą asfaltową.

(4) Do wykonywania robót należy stosować urządzenia wyposażone w układ wysokociśnieniowy umożliwiający regulację ciśnienia roboczego, wydatku wody, prędkości roboczej, geometrii oraz kąta ustawienia dysz.

(5) Parametry technologiczne należy dobrać w sposób zapewniający uzyskanie wymaganej szorstkości nawierzchni bez powodowania uszkodzeń strukturalnych warstwy ścieralnej. Zaleca się stosowanie ciśnienia roboczego w zakresie 1000–3000 bar, w zależności od rodzaju nawierzchni i oczekiwanego efektu uszorstnienia.

5.5. Termoprofilowanie warstwy ścieralnej

(1) Termoprofilowanie służy do doprowadzenia zdeformowanego profilu poprzecznego warstwy ścieralnej nawierzchni asfaltowej do pierwotnej równości. Termoprofilowanie warstwy ścieralnej nawierzchni asfaltowej polega na ponownym uplastycznieniu istniejącej mieszanki mineralno-asfaltowej, jej reprofilacji oraz zagęszczeniu.

(2) Zabieg termoprofilowania stosuje się do likwidacji nierówności poprzecznych (kolein), gdy $GK \leq 30$ mm.

(3) Poprawnie wykonane termoprofilowanie może wydłużyć okres eksploatacji warstwy ścieralnej o 3–6 lat, jednak technologia ta nie eliminuje uszkodzeń strukturalnych, takich jak spękania odbite czy deformacje podbudowy. Termoprofilowanie nawierzchni nie powoduje również zwiększenia jej nośności.

(4) Termoprofilowanie jest to jeden z rodzajów ciągłego procesu technologicznego recyklingu na gorąco na drodze. Składa się on z następujących podstawowych czynności:

- a) ogrzania warstwy ścieralnej gazowymi promiennikami podczerwieni,
- b) sfrezowania na gorąco i wymieszania mieszanki mineralno-asfaltowej,
- c) rozłożenia mieszanki,
- d) zagęszczenia warstwy.

(5) W trakcie mieszania gorącej mieszanki, jeżeli zachodzi taka potrzeba, może być dodany środek regenerujący (odświeżający) właściwości starego asfaltu.

(6) Termoprofilowanie wykonuje się w cyklu ciągłym na drodze samobieźnymi maszynami podgrzewającymi oraz zestawem frezującym, mieszającym i rozkładającym. Warstwę zagęszcza się w sposób konwencjonalny walcami ogumionymi, stalowymi, statycznymi lub wibracyjnymi.

(7) Ważnym aspektem technicznym jest kontrola parametrów procesu, w tym:

- a) temperatury podgrzewania (aby uniknąć utleniania asfaltu powyżej $\sim 200^{\circ}\text{C}$),
- b) czasu ekspozycji cieplnej (stały na remontowanym odcinku i możliwie krótki),
- c) prędkości przesuwu zestawu technologicznego (zwykle 2–6 m/min),
- d) równomierności nagrzewania na całej szerokości roboczej (3–5 m).

(8) Efektywność termoprofilowania zależy od właściwości istniejącej mieszanki (rodzaj asfaltu, uziarnienie, stopień starzenia), a także od warunków atmosferycznych. Zalecane warunki atmosferyczne w czasie robót: bezwietrznie lub słaby wiatr, bez opadów, temperatura otoczenia powyżej 10°C .

(9) Temperatura ogrzewania starej warstwy powinna być dostosowana do temperatury ogrzewania lepiszcza znajdującego się w tej warstwie, co należy ustalić podczas próby technologicznej.

(10) Termoprofilowaniu powinna podlegać tylko warstwa ścieralna. W trakcie frezowania na gorąco nie powinien być pobierany materiał z warstwy leżącej niżej. Nie należy stosować termoprofilowania, jeśli skład istniejącej warstwy wymaga korekty (wówczas powinien być zastosowany remixing umożliwiający korektę składu mieszanki).

(11) Termoprofilowanie tej samej warstwy ścieralnej może być zastosowane nie więcej niż 2 razy w czasie jej eksploatacji bez konieczności zabezpieczenia jej powierzchniowym utrwaleniem lub cienką warstwą.

(12) Stosowanie termoprofilowania nawierzchni, w której znajdują się urządzenia obce (studzienki, włazy, zawory), może sprawiać trudności techniczne i organizacyjne.

(13) Nie można termoprofilować warstw nawierzchni z lepizszcem zawierającym składniki smołowe (smoła, smoła stabilizowana, asfaltosmoła, pakoasfalt).

5.6. Powierzchniowe utrwalenie

(1) Zabieg powierzchniowego utrwalenia 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 (poprawy współczynnika tarcia),
- b) uszczelnienia warstwy jezdnej nawierzchni drogowej przed wnikaniem wody,
- c) powstrzymania lub opóźnienia postępującej degradacji nawierzchni,
- d) odtworzenia jednolitego wyglądu warstwy ścieralnej.

(2) Zabieg powierzchniowego utrwalenia poprzedzony zabiegiem frezowania stosuje się do likwidacji nierówności poprzecznych dla przypadków, gdy:

- a) głębokość nierówności poprzecznej $GK \leq 30$ mm (drogi klasy GP, G, Z),
- b) głębokość nierówności poprzecznej $GK \leq 40$ mm (drogi klasy L, D, place, stanowiska postojowe).

(3) Powierzchniowe utrwalenie nawierzchni asfaltowych zaleca się stosować jako samodzielny zabieg w przypadku konieczności poprawy właściwości przeciwpoślizgowych dróg klasy Z, L i D, gdy wartość współczynnika tarcia nawierzchni zmniejszy się do wartości krytycznej (gdy współczynnik tarcia $WTN_{30} \leq 0,33$ przy prędkości pomiaru 30 km/h lub współczynnik tarcia $WTN_{60} \leq 0,27$ przy prędkości pomiaru 60 km/h) oraz w przypadku napraw powierzchniowych łat oraz ubytków kruszywa i lepizszcza (gdy powierzchnia $LIW \geq 60$ m² / sekcja 100 m).

(4) Zabieg powierzchniowego utrwalenia stosuje się także do uszczelnienia spękań pojedynczych (gdy długość spękań $SPD < 60$ m / sekcja 100 m) oraz spękań powierzchniowych (gdy powierzchnia spękań $SPO < 60$ m² / sekcja 100 m).

(5) 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, na których prędkość dopuszczalna pojazdów wynosi nie więcej niż 50 km/h, dopuszcza się wykonywanie zabiegu powierzchniowego utrwalenia na drogach o kategorii ruchu KR5. Nie dopuszcza się wykonywania zabiegu powierzchniowego utrwalenia 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.

(6) Zabieg powierzchniowego utrwalenia polega na skropieniu podłoża warstwą emulsji asfaltowej lub lepizszcza asfaltowego na gorąco, rozłożeniu kruszywa łamanego (grysu) i zagęszczeniu lekkim walcem drogowym (rys. 5.6.1).



Rys. 5.6.1. Przykład powierzchniowego utrwalenia

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

- a) powierzchniowe utwalenie pojedyncze (rys. 5.6.2a),
- b) powierzchniowe utwalenie klinowane (rys. 5.6.2b),
- c) powierzchniowe utwalenie podwójne (rys. 5.6.2c),
- d) powierzchniowe utwalenie warstwowe (rys. 5.6.2d).

(8) Wybór technologii zabiegu powierzchniowego utrwalenia uzależniony jest od oczekiwanego natężenia ruchu i przewidywalnej prędkości pojazdów oraz stanu utrwalonej powierzchni. Istotne jest, aby w początkowym okresie zagęszczania się kruszywa (grysów) w utrwalonej 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. 5.6.2. Przykład wykonania powierzchniowego utrwalenia w zależności od przeznaczenia, stanu podłoża i kolejności układania poszczególnych warstw

(9) Technologię powierzchniowego utrwalenia wykonuje się sezonowo w okresie kalendarzowego lata, z dopuszczeniem okresu wiosny i jesieni, jeżeli umożliwiają to warunki atmosferyczne. Nie dopuszcza się wykonywania zabiegu powierzchniowego utrwalania w okresie kalendarzowej zimy.

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

(11) 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.

5.6.1. Powierzchniowe utrwalenie pojedyncze

(1) Technologia pojedynczego powierzchniowego utrwalenia polega na skropieniu nawierzchni drogowej warstwą emulsji asfaltowej lub warstwą lepiszcza asfaltowego na gorąco i pokryciu jej warstwą kruszywa łamanego (grysów) jednej wielkości (rys. 5.6.2a).

(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 dogęszczeniu kruszywa lekkim walcem drogowym.

5.6.2. Powierzchniowe utrwalenie klinowane

(1) Technologia powierzchniowego utrwalenia 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%, 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. 5.6.2b).

(2) Zabieg ten ma zastosowanie do dróg o wyższych kategoriach ruchu (KR3, KR4 i KR5) oraz dróg, na których przewiduje się rozwijanie prędkości powyżej 50 km/h.

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

5.6.3. 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. 5.6.2c).

(2) Zabieg ten jest przeznaczony do wykonywania na drogach o nawierzchniach ubogich w lepszycie asfaltowe oraz na drogach o wyższych kategoriach ruchu (KR3, KR4 i KR5).

5.6.4. 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. 5.6.2d).

(2) Zaleca się wykonywanie tego typu zabiegów na powierzchni nawierzchni drogowej, na której występują nadmiar lepiszcza lub jego wycieńczenia.

5.7. 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 do 2,0 cm. Grubość warstwy zależy od zastosowanej technologii, użytego kruszywa oraz przewidywanego obciążenia ruchem i przewidywanej dopuszczalnej prędkości pojazdów.

(3) 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.

(4) Zabieg układania cienkiej warstwy ścieralnej na zimno, po uprzednim zabiegu frezowania uszkodzonej nawierzchni, stosuje się do likwidacji nierówności podłużnych dla przypadków, gdy:

- a) wskaźnik IRI_s $\geq 6,6$ mm/m (drogi klasy GP),
- b) wskaźnik IRI_s $\geq 7,2$ mm/m (drogi klasy G),
- c) odchylenie równości podłużnej ORP ≥ 35 mm (drogi klasy GP, G, Z),
- d) odchylenie równości podłużnej ORP ≥ 39 mm (drogi klasy L, D, place, stanowiska postojowe),

do likwidacji nierówności poprzecznych, po uprzednim frezowaniu nawierzchni dla przypadków, gdy:

- a) głębokość nierówności poprzecznej GK > 30 mm (drogi klasy GP, G, Z),
- b) głębokość nierówności poprzecznej GK > 40 mm (drogi klasy L, D, place, stanowiska postojowe),

oraz do likwidacji nierówności poprzecznych, jako warstwa wyrównująca, dla przypadków, gdy:

- a) głębokość nierówności poprzecznej GK ≤ 30 mm (drogi klasy GP, G, Z),
- b) głębokość nierówności poprzecznej GK ≤ 40 mm (drogi klasy L, D, place, stanowiska postojowe).

(5) Układanie cienkiej warstwy ścieralnej na zimno ma na celu także poprawę właściwości przeciwpoślizgowych nawierzchni (gdy współczynnik tarcia WTN30 $\leq 0,33$ przy prędkości pomiaru 30 km/h lub współczynnik tarcia WTN60 $\leq 0,27$ przy prędkości pomiaru 60 km/h).

(6) Technologię cienkiej warstwy ścieralnej na zimno zaleca się stosować w przypadku napraw powierzchniowych łat i ubytków, zarówno gdy powierzchnia LIW $< 60 \text{ m}^2$ / sekcja 100 m, jak również gdy powierzchnia LIW $\geq 60 \text{ m}^2$ / sekcja 100 m.

(7) 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 jezdniach głównych dróg klas A i S. Do dróg o kategorii ruchu KR3, KR4, KR5, KR6 lub KR7 zaleca się stosowanie emulsji asfaltowych modyfikowanych.

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

(9) 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.

(10) 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 do 2,0 cm i szerokości urządzenia rozkładającego (zazwyczaj około 3,0 m).

(11) 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.

(12) 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.

(13) 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 dopuszczalną do 40 km/h.

5.8. Cienka warstwa na gorąco

(1) Technologia cienkiej warstwy na gorąco jest przeznaczona do wykonywania zabiegów utrzymaniowych oraz wykonywania nowych warstw ścieralnych podczas 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 do 3 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:

- odtworzenia szorstkiej warstwy ścieralnej,
- wytworzenia odpowiedniej makrotekstury nawierzchni,
- uszczelnienia warstwy jezdnej nawierzchni drogowej przed wnikaniem wody (w przypadku mieszanek SMA i AC),
- obniżenia hałaśliwości (w przypadku mieszanek BBTM),
- powstrzymania lub opóźnienia postępującej degradacji nawierzchni,

f) odtworzenia jednolitego wyglądu warstwy ścieralnej.

(5) Zabieg układania cienkiej warstwy ścieralnej na gorąco stosuje się do likwidacji nierówności podłużnych i poprzecznych oraz do napraw powierzchniowych łat i ubytków dla analogicznych przypadków jak w technologii cienkiej warstwy na zimno.

(6) Cienkie warstwy na gorąco przeznaczone są do wykonywania cienkich warstw ścieralnych na drogach bez ograniczeń w zakresie kategorii ruchu i klasy. Do dróg o kategorii ruchu KR3, KR4, KR5, KR6 lub KR7 zaleca się stosowanie asfaltów modyfikowanych.

(7) 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 wiadukdami.

(8) 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 stosuje się wytyczne lub specyfikacje oraz najnowsze obowiązujące normy techniczne.

(9) 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 ultracienkich warstw: AUTL 5, AUTL 8.

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

(11) 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 do 3 cm. W przypadku mieszanek o nieciągłym uziarnieniu można odstąpić od tego zalecenia, jeżeli przemawiają za tym względy techniczne.

(12) 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.

5.9. Wymiana warstwy nawierzchni

(1) Wymianę warstwy lub warstw nawierzchni stosuje się w celu przywrócenia nawierzchni do stanu pierwotnego lub poprawy równości podłużnej lub poprzecznej nawierzchni.

(2) Zabieg wymiany warstwy ścieralnej stosuje się do likwidacji nierówności podłużnych dla przypadków, gdy:

- a) wskaźnik IRI_{sr} $\geq 6,6$ mm/m (drogi klasy GP),
- b) wskaźnik IRI_{sr} $\geq 7,2$ mm/m (drogi klasy G),

oraz do likwidacji nierówności poprzecznych dla przypadków, gdy:

- a) głębokość nierówności poprzecznej GK > 30 mm (drogi klasy GP, G, Z),

b) głębokość nierówności poprzecznej GK > 40 mm (drogi klasy L, D, place, stanowiska postojowe).

(3) Technologię wymiany warstwy ścieralnej i w razie konieczności warstwy wiążącej oraz lokalnie warstwy podbudowy zaleca się stosować w przypadku napraw powierzchniowych łat, wybojów i ubytków, gdy powierzchnia LIW $\geq 60 \text{ m}^2$ / sekcja 100 m.

(4) Zakres wymiany warstwy lub warstw nawierzchni określa się w dokumentacji i powinien on wynikać ze stanu istniejącego nawierzchni oraz jej funkcji i przeznaczenia.

(5) Usunięcie istniejącej warstwy lub warstw nawierzchni wykonuje się metodą frezowania. Dopuszcza się inne metody rozbiórki nieingerujące w stan warstw leżących poniżej. Powierzchnię nawierzchni po frezowaniu oczyszcza się z luźnego materiału. Nowe warstwy wykonuje się zgodnie z obowiązującymi normami i dokumentami takimi, jak wytyczne techniczne lub specyfikacje techniczne.

(6) Wymiana warstw nawierzchni może obejmować całą jezdnię, jeden pas ruchu lub być ograniczona jedynie do podłużnego pasa nawierzchni o szerokości, w której wystąpiło zniszczenie. Dąży się do ujednoludnienia właściwości warstwy wierzchniej pod względem wizualnym oraz pod względem właściwości powierzchniowych.

(7) 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.

5.9.1. 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 mastyksowo-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 stosuje się 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 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 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. 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 transportuje się 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 prowadzi się 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 stosuje się uszorstnienie z kruszywa bezpośrednio po ułożeniu warstwy ścieralnej w początkowym okresie jej zagęszczania.

5.9.2. 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 mastyksowo-grysowe o półotwartych 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 stosuje się zgodnie z deklarowaną przydatnością do przewidywanego zastosowania. Dopuszcza się stosowanie materiału z recyklingu nawierzchni asfaltowych (np. granulat asfaltowy lub destrukta 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 materiałów hydroizolacyjnych. Optymalną ilość materiału oraz technologię wykonania uszczelniania ustala się na odcinku próbnym układania mieszanki mineralno-asfaltowej. Warstwę uszczelniającą chroni się przed uszkodzeniem, w szczególności od ruchu technologicznego.

(5) Jeżeli mieszanki mineralno-asfaltowe układa się pasami o szerokości mniejszej niż całkowita szerokość jezdni, nie stosuje się 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 transportuje się 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 prowadzi się w warunkach pogodowych pozwalających na transport, wbudowanie i właściwe zagęszczenie warstwy nawierzchni. 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.

5.9.3. Wymiana warstw asfaltowych poniżej warstwy ścieralnej nawierzchni drogowej

(1) Technologię wymiany warstwy wiążącej oraz lokalnie warstwy podbudowy zaleca się stosować w razie konieczności, w przypadku napraw powierzchniowych łat, wybojów i ubytków, gdy powierzchnia LIW $\geq 60 \text{ m}^2$ / sekcja 100 m.

(2) Mieszanki mineralno-asfaltowe stosowane do warstw niższych powinny spełniać wymagania techniczne stosownie do kategorii obciążenia ruchem określone w specyfikacjach technicznych. Mieszanki mineralno-asfaltowe stosuje się 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.

(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. 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 skropienia możliwe jest zastosowanie preparatu wapiennego. Można zaniechać lub ograniczyć stosowanie emulsji lub asfaltu na gorąco, jeżeli stosuje się technologię układania mieszanek mineralno-asfaltowych „gorąco na gorąco” lub układa się warstwę z asfaltu lanego. Możliwe jest zastosowanie preparatu wapiennego w celu zabezpieczenia.

(4) Jeżeli wymianie podlega więcej niż jedna warstwa nawierzchni, a prace nie są prowadzone na całej szerokości jezdni (np. warstwa ścieralna/wiążąca), frezowanie i układanie mieszanek planuje się w taki sposób, aby kolejno układane warstwy były przesunięte względem siebie o co najmniej 30 cm. Złącza w warstwach nawierzchni wykonuje się w linii prostej, a 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.

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

(6) Mieszanki mineralno-asfaltowe transportuje się 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 prowadzi się w warunkach pogodowych pozwalających na transport, wbudowanie i właściwe zagęszczenie warstwy nawierzchni.

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

5.9.4. 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 i projektowanej w badaniu typu zawartości wolnej przestrzeni od 2,5 do 4,5%, przeznaczonej do układania w jednej warstwie o grubości od 5 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 o kategorii obciążenia ruchem KR0, KR1, KR2, KR3, KR4, KR5 i KR6. Mieszanki te stosuje się 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). Nawierzchnia jednowarstwowa będąca jednocześnie

warstwą ścieralną nie stanowi ograniczenia do stosowania materiału z recyklingu. Materiał z recyklingu stosuje się zgodnie z obowiązującymi przepisami prawa.

(3) Mieszanke 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. Trwałość 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, zapewnia się odpowiednie połączenie międzywarstwowe. Zapewnienie połączenia międzywarstwowego wymaga starannego przygotowania podłoża, na którym będzie układana warstwa SMA-JENA. 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.

(4) Jeżeli mieszanka mineralno-asfaltowa SMA-JENA układana jest pasami o szerokości mniejszej niż całkowita szerokość jezdni, do uszczelnienia połączeń technologicznych stosuje się materiały asfaltowe kompatybilne z mieszanką mineralno-asfaltową (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 co najmniej 10 mm lub mas asfaltowo-polimerowych rozkładanych maszynowo.

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

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

5.10. Remont całej powierzchni z zastosowaniem geosyntetyków

(1) Remont całej powierzchni nawierzchni asfaltowej z zastosowaniem geosyntetyków oraz ułożeniem nowych warstw asfaltowych jest kompleksową metodą naprawy konstrukcji nawierzchni drogowej, stosowaną w przypadku znacznego zużycia warstwy ścieralnej i wiążącej, a także występowania spękań pojedynczych i powierzchniowych. Technologia ta łączy klasyczne zabiegi wzmacniające z wykorzystaniem geosyntetyków, które pełnią funkcje:

- a) przeciwspekaniową – ograniczają propagację spękań odbitych z niższych warstw,
- b) wzmacniającą – zwiększają sztywność układu warstw, poprawiając rozkład naprężeń,
- c) uszczelniającą – ograniczają penetrację wody do konstrukcji nawierzchni.

(2) Remont całej powierzchni z zastosowaniem geosyntetyków i ułożeniem nowych warstw asfaltowych stosuje się do uszczelnienia spękań pojedynczych (gdy długość spękań SPD $\geq$ 60 m / sekcja 100 m) oraz spękań powierzchniowych (gdy powierzchnia spękań SPO $\geq$ 60 m² / sekcja 100 m).

(3) Geosyntetyk to materiał o postaci ciągłej, wytwarzany z włókien chemicznych, jak polietylen, polipropylen, poliester, włókna szklane, włókna węglowe lub mineralnych, jak włókna bazaltowe, charakteryzujący się m.in. dużą wytrzymałością na rozciąganie.

- (4) Geosyntetyki obejmują: geosiatki, geowłókniny, geotkaniny, geodzianiny, georuszty, geokompozyty, geomembrany.
- (5) Parametry mechaniczne geosyntetyków, takie jak: wytrzymałość na rozciąganie (w kierunku podłużnym/poprzecznym) oraz wydłużenie przy zerwaniu (przy obciążeniu maks.) powinny być dobierane w zależności od kategorii ruchu (KR) i przewidywanych obciążeń, co zaleca się skonsultować z producentem wyrobu.
- (6) Geosiatki i geokompozyty wykonane z polipropylenu mogą być przykryte MMA na zimno lub MMA na gorąco, której temperatura w trakcie układania nie przekroczy 145°C.
- (7) Ograniczenia tej technologii obejmują konieczność staranności ułożenia geosyntetyków oraz wyższe koszty początkowe związane z zakupem materiałów. Skuteczność rozwiązania zależy od właściwego doboru typu geosyntetyku oraz precyzji i jakości wykonania robót.
- (8) Kolejne etapy remontu całej powierzchni z zastosowaniem geosyntetyków i ułożenie nowych warstw asfaltowych to:
- a) frezowanie istniejących warstw asfaltowych,
 - b) naprawy lokalne podłoża,
 - c) oczyszczenie powierzchni,
 - d) ułożenie geosyntetyku (zgodnie z zaleceniami technologicznymi producenta),
 - e) docisk i stabilizacja (ew. zamocowanie) geosyntetyku,
 - f) ułożenie i zagęszczenie nowych warstw asfaltowych (podbudowa, warstwa wiążąca, warstwa ścieralna).

5.11. Remixing warstw nawierzchni

- (1) Technologia remixingu przeznaczona jest do wykonywania zabiegów remontowych w zakresie warstwy ścieralnej bezpośrednio na drodze. 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:
- a) przywrócenia zdeformowanej warstwie ścieralnej pierwotnego profilu,
 - b) odtworzenia zdegradowanej warstwy ścieralnej z wykorzystaniem istniejącego materiału,
 - c) przetworzenia warstwy ścieralnej w warstwę wiążącą.
- (3) Remixing warstwy ścieralnej nawierzchni polega na przeprowadzeniu recyklingu na gorąco na drodze, w sposób ciągły, 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.

5.11.1. Technologia remixingu warstwy ścieralnej

- (1) Technologię remixingu warstwy ścieralnej stosuje się do likwidacji nierówności poprzecznych, gdy głębokość nierówności poprzecznej (koleiny) $GK \leq 30$ mm (drogi klasy GP, G, Z).
- (2) 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, aby zapewnić niezbędne doziarnienie oraz zapewnić odpowiednią ilość lepiszcza asfaltowego w mieszance wynikowej. Jeżeli jest to uzasadnione, dopuszcza się stosowanie środków odświeżających oraz lepiszczy

o innych właściwościach tak, aby lepiszcze wynikowe spełniało wymagania przewidziane do zastosowania w warstwie.

(3) 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.

5.11.2. Technologia remixingu plus warstwy ścieralnej

(1) Technologię remixingu plus warstwy ścieralnej stosuje się do likwidacji nierówności poprzecznych, gdy głębokość nierówności poprzecznej (koleiny) $GK > 30$ mm (drogi klasy GP, G, Z).

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

(3) Zaleca się dobrać skład mieszanki wynikowej w technologii remixingu w taki sposób, aby po wbudowaniu i zagęszczeniu uzyskać właściwości i parametry odpowiadające mieszance przeznaczonej do warstwy wiążącej.

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

5.12. Naprawy spękań

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

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

5.12.1. Naprawa i wypełnianie spękań metodą pasmową

(1) Wypełnienie spękania metodą pasmową bez rozfrezowania przeznaczone jest do uszczelnienia pojedynczych spękań w istniejącej nawierzchni z przeznaczeniem do przykrycia nową warstwą nawierzchni lub jako samodzielna naprawa (rys. 5.12.1.1a, rys. 5.12.1.2).

(2) Wypełnienie spękania metodą pasmową z rozfrezowaniem (z poszerzeniem spękania przez frezowanie) przeznaczone jest do uszczelnienia pojedynczych spękań w istniejącej nawierzchni drogowej jako samodzielna naprawa (rys. 5.12.1.1b).

a) wypełnienie spękania metodą pasmową bez rozfrezowania



b) wypełnienie spękania metodą pasmową z rozfrezowaniem



Rys. 5.12.1.1. Schemat wypełniania spękań metodą pasmową



Rys. 5.12.1.2. Przykład wypełnienia spękania metodą pasmową bez rozfrezowania

- (3) Wypełnienie spękania metodą pasmową stosuje się w celu:
- tyczasowej naprawy pojedynczych spękań,
 - zabezpieczenia nawierzchni przed postępującą degradacją,
 - zabezpieczenia niższych warstw nawierzchni przed wnikaniem wody.
- (4) Wypełnienie spękania metodą pasmową zarówno bez rozfrezowania, jak i z rozfrezowaniem stosuje się do uszczelnienia spękań pojedynczych, gdy długość spękań SPD < 60 m / sekcja 100 m oraz spękań powierzchniowych, gdy powierzchnia spękań SPO < 60 m² / sekcja 100 m.
- (5) Naprawę spękań przeprowadza się przy bezdeszczowej pogodzie, na suchej nawierzchni oraz w temperaturze powietrza co najmniej 5°C (zalecane 10°C).
- (6) Spękanie nacina się przy pomocy piły lub frezu trójkątnego w celu nadania mu regularnego kształtu zbliżonego do prostokątnego.
- (7) W zależności od szerokości rozwarcia rysy podejmuje się zabiegi naprawcze, zgodnie z tab. 5.12.1.1.

Tab. 5.12.1.1. Zabiegi naprawcze w zależności od rodzaju spękania w metodzie pasmowej

Rodzaj spękania	Zabiegi naprawcze
O szerokości ≤ 3 mm	- powierzchnię spękania oczyszcza się mechanicznie na całej długości - wzdłuż spękania nanosi się asfaltową emulsję kationową lub masę zalewową na gorąco, tak aby zapewnić wypełnienie spękania - powierzchnię naprawianego spękania, w miejscu aplikacji emulsji asfaltowej, posypuje się czystym i suchym kruszywem drobnym o maksymalnym uziarnieniu do 4 mm
O szerokości > 3 mm i ≤ 10 mm	- powierzchnię spękania oczyszcza się mechanicznie na całej długości oraz dodatkowo rozwarcie rysy czyści się sprężonym powietrzem pod wysokim ciśnieniem - ścianki spękania gruntuje się gruntownikiem zalecanym przez producenta masy zalewowej na gorąco - spękania 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 spękania oczyszcza się mechanicznie na całej długości oraz dodatkowo rozwarcie rysy czyści się sprężonym powietrzem pod wysokim ciśnieniem; alternatywnie prostoliniowe i zanieczyszczone spękanie rozfrezowuje się i oczyszcza 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 zagruntowuje się gruntownikiem zalecanym przez producenta zalewy

Rodzaj spękania	Zabiegi naprawcze
	- spękanie 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	- stosuje się technologię jw. 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 spękania wyfrezowuje się pasmo na szerokość od 20 do 50 cm, na głębokość umożliwiającą ułożenie i zagęszczenie mieszanki mineralno-asfaltowej w jednej warstwie, - powierzchnię wyfrezowania oczyszcza się mechanicznie na całej długości oraz dodatkowo rozwarcie rysy czyści się sprężonym powietrzem pod wysokim ciśnieniem (zastosowanie podgrzania powoduje zmiękczenie lepiszcza i zapewnia dobre połączenie z masą zalewową na gorąco), - spękanie poniżej wyfrezowanej powierzchni po oczyszczeniu wypełnia się w zależności od rozwartości rysy według 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 się.

(8) Jeżeli spękania 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.

5.12.2. Przykrycie spękania taśmą uszczelniającą

(1) Zabieg przykrycia spękania taśmą uszczelniającą jest przeznaczony do uszczelnienia spękań i otwartych połączeń technologicznych rozwartych do szerokości 5 mm.

(2) Zabieg wypełnienia spękania z przykryciem taśmą uszczelniającą stosuje się w przypadkach:

- a) spękania niskotemperaturowego poprzecznego, rozwartego do szerokości 5 mm,
- b) spękania podłużnego w spoinie technologicznej, rozwartego do szerokości 5 mm.

(3) Wypełnienie spękania z przykryciem taśmą uszczelniającą stosuje się do uszczelnienia spękań pojedynczych, gdy długość spękań SPD < 60 m / sekcja 100 m oraz spękań powierzchniowych, gdy powierzchnia spękań SPO < 60 m² / sekcja 100 m.

(4) Naprawę spękań tą metodą przeprowadza się poprzez oczyszczenie szczeliny i jej najbliższego otoczenia twardą szczotką lub przedmuchiwanie sprężonym powietrzem, posmarowanie ścianek szczeliny środkiem gruntującym i pozostawienie ich do wyschnięcia, następnie przyklejenie taśmy uszczelniającej i dociśnięcie jej ręcznie lub specjalnym urządzeniem, zdjęcie papieru z powierzchni taśmy i posypanie mączką wapienną lub piaskiem.

(5) Ze względu na szybkie zużywanie się taśm ich stosowanie zaleca się do dróg o niewielkim natężeniu ruchu klas L i D. Taśm nie należy stosować w miejscach występowania oddziaływania sił poziomych: na łukach o niewielkim promieniu i skrzyżowaniach.

5.12.3. Remixing otwartych spoin technologicznych

(1) Zabieg remixingu otwartych spoin technologicznych jest przeznaczony do naprawy uszkodzonej warstwy ścieralnej wzdłuż otwartych spoin technologicznych wskutek utraty połączenia warstw i spękania. Metoda może być także zastosowana do szerokich spękań, gdy spękania są ograniczone do warstwy ścieralnej.

(2) Remixing otwartych spoin technologicznych stosuje się do uszczelnienia spękań pojedynczych, gdy długość spękań SPD < 60 m / sekcja 100 m.

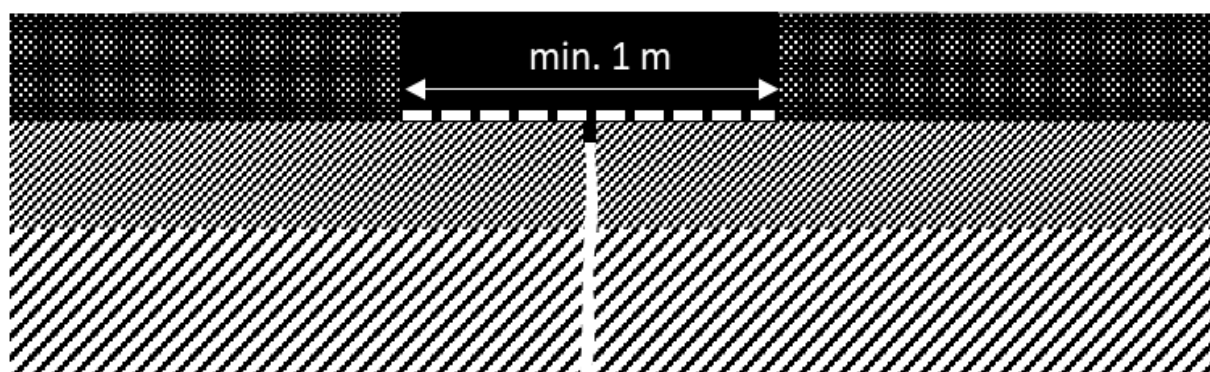
(3) Zabieg remixingu otwartych spoin technologicznych zaleca stosować się w przypadku występowania wysadzin mrozowych w środku jezdni. Stosowanie zabiegu ogranicza się do uszkodzeń warstwy ścieralnej.

(4) Naprawę spękań tą metodą przeprowadza się poprzez oczyszczenie szczeliny i jej najbliższego otoczenia twardą szczotką lub przedmuchanie sprężonym powietrzem. Następnie ogrzewa się warstwę ścieralną, doprowadzając do uplastycznienia na potrzebną szerokość, powiększoną o 0,10 m z każdej strony spękania, przy użyciu promienników podczerwieni. Rozgrzaną warstwę ścieralną poddaje się frezowaniu i wymieszaniu w skrzyni frezarki z nową mieszanką mineralno-asfaltową. Tak wykonaną mieszankę układa się z odpowiednim nadmiarem na dogęszczenie walcem, dodatkowo podgrzewa się i zagęszcza walcem drogowym.

5.12.4. Naprawa spękania poprzecznego z zastosowaniem geosyntetyków

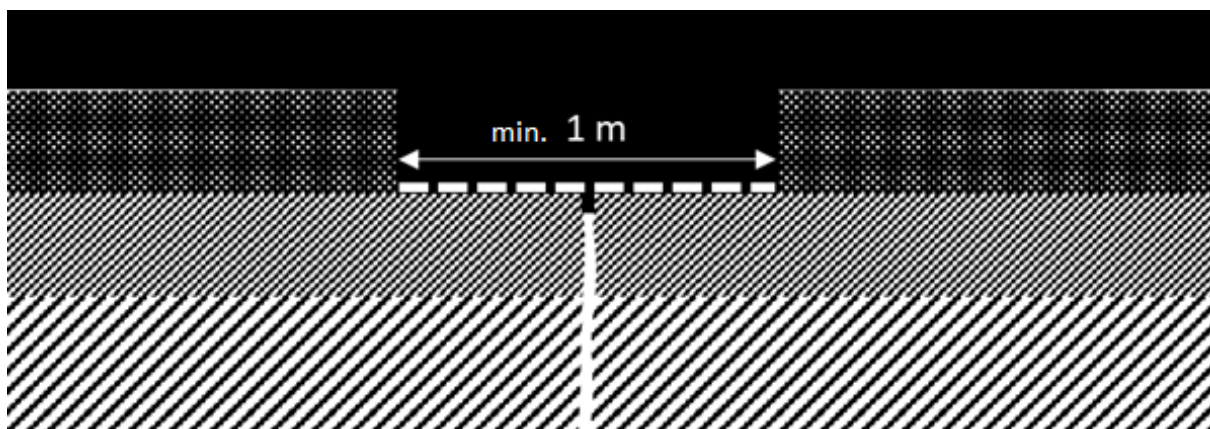
(1) Zabieg naprawy spękania poprzecznego z zastosowaniem geosyntetyków stosuje się do remontu spękań pojedynczych odbitych, gdy długość spękań SPD < 60 m / sekcja 100 m.

(2) Naprawę spękań poprzecznych nawierzchni, 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. 5.12.4.1). W przypadku metody płytkiej grubość warstwy z mieszanki mineralno-asfaltowej układanej nad geosyntetykiem powinna wynosić nie mniej niż 40 mm. Krawędzie naprawianej nawierzchni powinny zostać uszczelnione.



Rys. 5.12.4.1. Naprawa płytką z zastosowaniem geosyntetyków

(3) 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. 5.12.4.2).



Rys. 5.12.4.2. Naprawa płytką z zastosowaniem geosyntetyków pod nową nawierzchnią

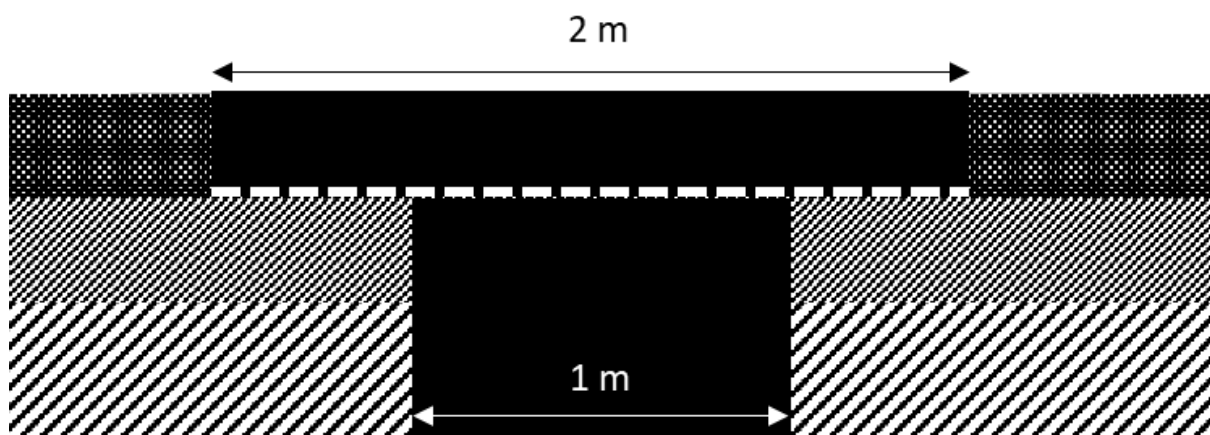
(4) W obu przypadkach (rys. 5.12.4.1 i 5.12.4.2) spękanie oczyszcza się i uszczelnia zgodnie z zasadami stosowanymi w metodzie naprawy pęknięć.

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

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

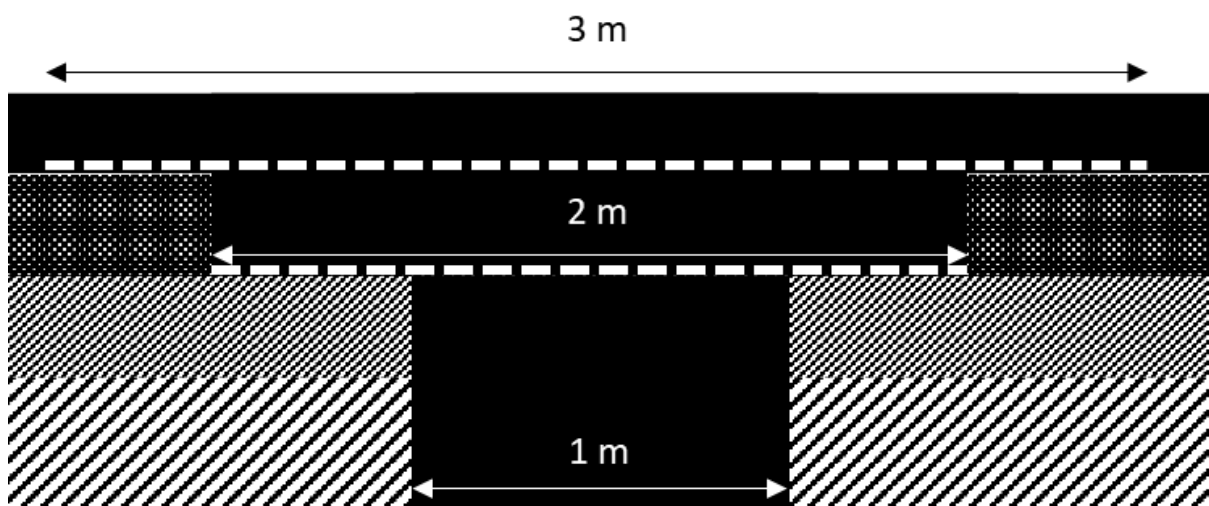
- a) warstwy kruszywa niezwiązanego stabilizowanego georusztem,
- b) warstwy gruntu stabilizowanego spoiwem hydraulicznym lub mieszanki związanej spoiwem hydraulicznym w celu zapewnienia dobrego podparcia naprawianej nawierzchni,
- c) metod iniekcyjnych.

(7) Wyfrezowany pas o szerokości 1 m wypełnia się i zagęszcza odpowiednią mieszanką mineralno-asfaltową, zgodnie ze sztuką budowlaną. Ścianki wyfrezowanej nawierzchni zagruntowuje się gruntem kompatybilnym z zastosowaną mieszanką mineralno-asfaltową (np. emulsja asfaltowa, lepiszcze asfaltowe na gorąco itp.). W pasie o szerokości 2 m układa się siatkę, a na krawędziach wyfrezowanej przestrzeni układa się taśmy topliwe w celu uszczelniania 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. 5.12.4.3).



Rys. 5.12.4.3. Naprawa głęboka z zastosowaniem geosyntetyków

(8) 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 m większej niż poniższe wypełnienie mieszanką mineralno-asfaltową (rys. 5.12.4.4). Jeżeli istnieje obawa, że dodatkowa warstwa siatki pod warstwą ścieralną może obniżyć szczepność międzywarstwową w naprawianym przekroju, należy odstąpić od jej zastosowania. Grubość warstwy z mieszanki mineralno-asfaltowej układanej nad geosyntetykiem powinna wynosić co najmniej 40 mm. W dalszym etapie należy odtworzyć warstwy asfaltowe.



Rys. 5.12.4.4. Naprawa głęboka z zastosowaniem geosyntetyków pod nową nawierzchnią

5.12.5. Recykling na zimno na miejscu

(1) Technologię recyklingu na zimno na miejscu stosuje się do naprawy nawierzchni asfaltowych z uszkodzeniami o charakterze strukturalnym, w szczególności w przypadku występowania: spękań pojedynczych o łącznej długości spękań SPD ≥ 60 m / sekcja 100 m oraz spękań powierzchniowych (siatkowych i blokowych) o łącznej powierzchni spękań SPO ≥ 60 m² / sekcja 100 m.

(2) Technologia ta służy do przetworzenia istniejących, zniszczonych warstw (lub warstwy) nawierzchni w nową, nośną warstwę konstrukcyjną.

(3) Recykling na zimno na miejscu jest technologią ciągłego procesu technologicznego realizowanego bezpośrednio na drodze. Polega on na sfrezowaniu istniejącej warstwy lub warstw nawierzchni, dodaniu projektowanej mieszanki mineralnej wraz z dodatkiem emulsji asfaltowej i/lub cementu oraz, w uzasadnionych przypadkach, innych dodatków modyfikujących. Następnie następuje dokładne wymieszanie wszystkich składników, rozłożenie mieszanki przetworzonej oraz jej zagęszczenie. Skład mieszanki oraz dobór dodatków powinny zapewnić uzyskanie wymaganych parametrów nośności i trwałości warstwy wynikowej, zgodnie z funkcją, jaką będzie ona pełnić w konstrukcji nawierzchni.

(4) Zaleca się wykonywanie robót w technologii recyklingu na zimno na miejscu w warunkach atmosferycznych odpowiednich do stosowanych dodatków, w szczególności emulsji asfaltowej, asfaltu spienionego, asfaltów fluksowanych lub upłynnionych i/lub cementu, jeśli ma zastosowanie. Recykling wykonuje się w cyklu ciągłym przy użyciu samobieżnej maszyny recyklingowej lub zestawu frezująco-mieszająco-rozkładającego, a zagęszczenie warstwy przeprowadza się walcami stalowymi lub ogumionymi, statycznymi lub wibracyjnymi, z zastosowaniem odpowiednio dobranej energii zagęszczania.

(5) Warstwa wykonana w technologii recyklingu na zimno na miejscu powinna zostać przykryta nową warstwą asfaltową (lub warstwami) w tym samym sezonie budowlanym, przed okresem zimowym.

5.13. Wypełnienie łat, wybojów i ubytków w technologii na zimno z zastosowaniem mieszanek mineralno-asfaltowych

(1) Zabieg wypełnienia łat, wybojów i ubytków w technologii na zimno z zastosowaniem mieszanek mineralno-asfaltowych stosuje się w przypadku, gdy powierzchnia LIW < 60 m² / sekcja 100 m.

(2) Mieszanki mineralno-asfaltowe na zimno konfekcjonowane w workach i gotowe do użycia stosuje się do wypełniania łat, wybojów i ubytków w nawierzchniach. Do ich produkcji wykorzystuje się najczęściej mieszanki kruszyw o uziarnieniu 0/5 mm, 0/8 mm. Jako lepiszcze asfaltowe stosuje się najczęściej asfalty upłynnione, rzadziej emulsje asfaltowe. Mieszanki

zawierające asfalty upłynnione rozpuszczalnikami organicznymi lub z wykorzystaniem asfaltów fluksowanych olejami roślinnymi można stosować w temperaturze ujemnej, jeżeli producent nie zaleci inaczej. Mieszanki mineralno-emulsyjne nie powinny być stosowane w temperaturze ujemnej.

5.14. Wypełnienie łat, wybojów i ubytków w technologii na zimno z zastosowaniem emulsji asfaltowej i grysu

(1) Zabieg wypełnienia łat, wybojów i ubytków w technologii na zimno z zastosowaniem emulsji asfaltowej i grysu stosuje się w przypadku, gdy powierzchnia LIW < 60 m² / sekcja 100 m.

(2) Tradycyjnie w sposobie wypełniania łat, wybojów i ubytków w technologii na zimno stosuje się skropienie emulsją asfaltową i posypanie grysem. W przypadku konieczności wykonania grubszej warstwy niż wymiar największej frakcji kruszywa, naprawę wykonuje się warstwowo. Rozwinięciem tej metody jest użycie metody zmechanizowanej z wykorzystaniem remontera. Stosując tę 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.

5.15. Wypełnienie łat, wybojów i ubytków w technologii na gorąco z zastosowaniem mieszanek mineralno-asfaltowych

(1) Zabieg wypełnienia łat, wybojów i ubytków w technologii na gorąco z zastosowaniem mieszanek mineralno-asfaltowych stosuje się w przypadku, gdy powierzchnia LIW < 60 m² / sekcja 100 m.

(2) Zaleca się, aby głębokie powierzchniowe uszkodzenia nawierzchni (obłamania krawędzi, ubytki i wyboje) były naprawiane w technologii na gorąco z wykorzystaniem mieszanek mineralno-asfaltowych. Zaleca się stosowanie rodzajowo zbliżonej technologii mieszanki mineralno-asfaltowej do pierwotnie stosowanej lub asfalt lany z uszorstnieniem kruszywem mineralnym.

(3) W celu naprawy nawierzchni w technologii na gorąco, uszkodzone miejsce wycina się bądź wyfrezowuje, oczyszcza i skrapia się emulsją asfaltową w ilości wskazanej w specyfikacji technicznej, w zależności od chłonności podłoża i zastosowanej emulsji. Przygotowane krawędzie uszczelnia się za pomocą np. taśmy lub pasty (nie dotyczy nawierzchni o strukturze otwartej). Naprawiane miejsce wypełnia się mieszanką mineralno-asfaltową na gorąco lub na ciepło.

(4) 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 naddatkiem tak, aby 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 stosuje się zagęszczanie przy pomocy walca drogowego w celu uzyskania odpowiedniej równości poprzecznej i podłużnej naprawianej nawierzchni.

(5) 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.

(6) Właściwości mieszanek mineralno-asfaltowych stosowanych do napraw 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.

(7) Mieszanka na gorąco powinna być wytwarzana w wytwórni mieszanek mineralno-asfaltowych, w przypadku doraźnych napraw mniejszych ubytków mieszanka może być wytwarzana w miejscu prowadzenia naprawy przy użyciu recyklera z wykorzystaniem destruktu asfaltowego.

6. Typowe rozwiązania materiałowo-technologiczne przy remontach betonowych nawierzchni jezdni

6.1. Wprowadzenie

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

(2) Przedstawiono następujące technologie remontowe:

- a) szlifowanie,
- b) grinding,
- c) grinding & grooving,
- d) śrutowanie nawierzchni,
- e) dyblowanie wtórne,
- f) stabilizacja płyt,
- g) naprawy powierzchniowe,
- h) uszczelnianie pęknięć, uzupełnienie złuszczeń i ubytków,
- i) wymiana fragmentu płyty,
- j) wymiana płyt,
- k) kotwienie ukośne lub kotwienie poziome,
- l) uzupełnienie wypełnień w szczelinach,
- m) wymiana wypełnień w szczelinach.

6.2. Materiały

(1) Do wykonywania napraw nawierzchni betonowych, w zależności od rodzaju i wielkości uszkodzenia oraz wymaganej szybkości oddania nawierzchni do użytku, stosuje się materiały wskazane w tab. 6.2.1.

(2) Gotowe zaprawy naprawcze powinny zawierać kruszywo o uziarnieniu:

- a) do $d = 1 \text{ mm}$,
- b) do $d = 2 \text{ mm}$,
- c) do $d = 4 \text{ mm}$,
- d) do $d = 8 \text{ mm}$.

Największy wymiar kruszywa dobierany jest w zależności od głębokości uszkodzenia.

(3) Zaprawą z kruszywem o uziarnieniu od 0 do $d \text{ mm}$ 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 używa się zaprawy drobnoziarnistej.

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

(5) W celu zapewnienia dobrego powiązania zaprawy z betonem płyt istniejących stosuje się do zaleceń producenta zapraw dotyczących:

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

(6) Zaprawę pakuje się w szczelne worki lub pojemniki (tzw. hoboki).

Tab. 6.2.1. Dobór materiałów do napraw

Rodzaje uszkodzeń		Rodzaje zapraw			
		Zaprawa cementowa	Zaprawa cementowo-polimerowa	Zaprawa żywiczna	Kleje i szpachlówki
Naprawy szybkie (przy konieczności oddania naprawionej nawierzchni do ruchu w czasie 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 czasie 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	●	○	◆	◆
● – zaleca się ○ – zaleca się w pewnych przypadkach za zgodą Inżyniera Kontraktu ◆ – nie zaleca się					

6.3. Szlifowanie

(1) Zabieg szlifowania jest podobny do zabiegu grindingu i wykonuje się tym samym sprzętem z tym, że w tym przypadku tarcze na wale ustawia się w bliskiej odległości od siebie i na nawierzchni nie są widoczne nacięcia lub rowki.

(2) Zabieg szlifowania stosuje się do likwidacji nierówności podłużnych dla przypadków, gdy:

- wskaźnik IRI_{sr} ≥ 6,6 mm/m (drogi klasy GP),
- wskaźnik IRI_{sr} ≥ 7,2 mm/m (drogi klasy G),
- odchylenie równości podłużnej ORP ≥ 35 mm (drogi klasy GP, G, Z),
- odchylenie równości podłużnej ORP ≥ 39 mm (drogi klasy L, D, place, stanowiska postojowe),

oraz do likwidacji nierówności poprzecznych dla przypadków, gdy:

- głębokość nierówności poprzecznej GNP ≥ 30 mm (drogi klasy GP, G, Z),
- głębokość nierówności poprzecznej GNP ≥ 40 mm (drogi klasy L, D, place, stanowiska postojowe).

(3) Zabieg szlifowania stosuje się także do likwidacji uskoków płyt, gdy USK ≥ 10 mm i < 15 mm.

(4) Należy mieć na uwadze zmianę trwałości zmęczeniowej konstrukcji nawierzchni w wyniku szlifowania; szlifowanie do 2 cm grubości płyty powoduje obniżenie kategorii ruchu (np. z KR5 na KR4); szlifowanie do 3 cm powoduje obniżenie trwałości o 2 kategorie ruchu (np.

z KR5 na KR3); w celu określenia rzeczywistej pozostałej trwałości zaleca się przeprowadzenie pomiarów czasy przemieszczeń (FWD) oraz identyfikację parametrów konstrukcji nawierzchni.

(5) Możliwe jest połączenie zabiegu szlifowania z zabiegiem śrutowania w celu odtworzenia struktury nawierzchni podobnej do odkrytego kruszywa, co pozwoli na redukcję hałasu i polepszy współczynnik tarcia.

6.4. Grinding

(1) Grinding (nacinanie – tworzenie wąskich nacięć) stosuje się do poprawy równości podłużnej, likwidacji lokalnych nierówności poprzecznych (np. na połączeniach beton – MMA oraz dylatacji obiektowych), w przypadku likwidacji uskoków płyt oraz do nadania nawierzchni określonej (projektowanej) tekstury.

(2) Zabieg grindingu pozostawia na powierzchni nawierzchni wąskie nacięcia w zależności od zastosowanych grubości tarcz oraz odległości między nimi.

(3) Zabieg grindingu stosuje się do likwidacji nierówności podłużnych dla przypadków, gdy:

- a) wskaźnik IRI_{sr} $\geq 6,6$ mm/m (drogi klasy GP),
- b) wskaźnik IRI_{sr} $\geq 7,2$ mm/m (drogi klasy G),
- c) odchylenie równości podłużnej ORP ≥ 35 mm (drogi klasy GP, G, Z),
- d) odchylenie równości podłużnej ORP ≥ 39 mm (drogi klasy L, D, place, stanowiska postojowe),

oraz do likwidacji nierówności poprzecznych dla przypadków, gdy:

- a) głębokość nierówności poprzecznej GNP ≥ 30 mm (drogi klasy GP, G, Z),
- b) głębokość nierówności poprzecznej GNP ≥ 40 mm (drogi klasy L, D, place, stanowiska postojowe).

(4) Zabieg grindingu stosuje się także do likwidacji uskoków płyt, gdy USK ≥ 10 mm i < 15 mm.

(5) Pojedynczy zabieg pozwala na likwidację nierówności od 3 do 15 mm. W przypadku występowania większych nierówności zabieg można wykonywać dowolną liczbę razy. Docelową głębokość zabiegu projektuje się, uwzględniając aktualną grubość płyty nawierzchni, ponieważ trwałość zmęczeniowa nawierzchni betonowej zależy od jej grubości.

(6) Zabieg grindingu ma na celu także poprawę właściwości przeciwpoślizgowych nawierzchni (gdy współczynnik tarcia WTN30 $\leq 0,33$ przy prędkości pomiaru 30 km/h lub współczynnik tarcia WTN60 $\leq 0,27$ przy prędkości pomiaru 60 km/h).

(7) Zabieg grindingu może być wykorzystany do optymalizacji emisji hałasu (np. w połączeniu z jednoczesnym rowkowaniem w technologii grinding & grooving).

(8) Do wykonania zabiegu wymagana jest specjalistyczna maszyna z wałem roboczym, na którym osadzone są tarcze tnące do betonu, wyposażone w diamentowe segmenty. Odstęp między segmentami można dowolnie kształtować przy użyciu specjalnych przekładek. Typowe odległości między segmentami wynoszą od 1,0 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.

(9) Zabieg grindingu jest prowadzony 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.

(10) 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.

(11) Urobek powstający w wyniku stosowania w technologii grindingu jest odpadem betonowym, którego zagospodarowanie podlega odrębnym przepisom.

(12) Po zabiegu grindingu nawierzchni może zaistnieć konieczność lokalnej wymiany uszczelnienia dylatacji płyt betonowych.

6.5. Grinding & grooving

(1) Zabieg ten stanowi połączenie grindingu (nacinanie) i groovingu (rowkowanie).

(2) Zabieg grinding & Grooving stosuje się do likwidacji nierówności podłużnych dla przypadków, gdy:

- a) wskaźnik IRI_{sr} $\geq 6,6$ mm/m (drogi klasy GP),
- b) wskaźnik IRI_{sr} $\geq 7,2$ mm/m (drogi klasy G),
- c) odchylenie równości podłużnej ORP ≥ 35 mm (drogi klasy GP, G, Z),
- d) odchylenie równości podłużnej ORP ≥ 39 mm (drogi klasy L, D, place, stanowiska postojowe).

(3) oraz do likwidacji nierówności poprzecznych dla przypadków, gdy:

- a) głębokość nierówności poprzecznej GNP ≥ 30 mm (drogi klasy GP, G, Z),
- b) głębokość nierówności poprzecznej GNP ≥ 40 mm (drogi klasy L, D, place, stanowiska postojowe).

(4) Zabieg grinding & grooving stosuje się także do likwidacji uskoków płyt, gdy $USK \geq 10$ mm i < 15 mm.

(5) Zabieg grinding & grooving ma na celu także poprawę właściwości przeciwpoślizgowych nawierzchni (gdy współczynnik tarcia WTN30 $\leq 0,33$ przy prędkości pomiaru 30 km/h lub współczynnik tarcia WTN60 $\leq 0,27$ przy prędkości pomiaru 60 km/h).

(6) Rowkowanie nawierzchni (grooving) zapewnia w szczególności poprawę warunków odprowadzenia wody z powierzchni jezdni. Zabieg wykonuje się równolegle do kierunku jazdy lub ukośnie w obrębie łuków poziomych i pionowych oraz zmiany pochylenia nawierzchni w celu zapobiegania powstawaniu zastoisk wody. Projektowanie przebiegu rowków wymaga analizy wysokościowej nawierzchni w planie i profilu podłużnym na podstawie pomiarów geodezyjnych.

(7) Rowkowanie nawierzchni (grooving) pozwala na optymalizację emisji hałasu (np. w połączeniu z jednoczesnym nacinaniem (grinding)).

(8) Rowkowanie wykonuje się identycznymi maszynami, jak dla grindingu jednak przy zastosowaniu innego rozstawu tarcz tnących wynoszącego ok. 10-30 mm. Szerokość rowka wynosi ok. 8-12 mm, a głębokość 6-10 mm.

(9) Rowki wykonuje się w taki sposób, aby umożliwiał swobodny odpływ wody poza nawierzchnię do ścieku, pobocza, również za pośrednictwem szczelin dylatacyjnych.

(10) Po zabiegu rowkowania nawierzchni może zaistnieć konieczność lokalnej wymiany uszczelnień dylatacji płyt betonowych.

6.6. 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 śrutowania ma na celu także poprawę właściwości przeciwpoślizgowych nawierzchni (gdy współczynnik tarcia WTN30 $\leq 0,33$ przy prędkości pomiaru 30 km/h lub współczynnik tarcia WTN60 $\leq 0,27$ przy prędkości pomiaru 60 km/h). W tym zakresie można połączyć go z zabiegiem szlifowania.

(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 równoległe do kierunku jazdy. Po zabiegu nawierzchnię oczyszcza się zmiataarką, a wózkami magnesowymi zbiera się pozostałości śrutu.

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

(6) Pokrywy studzienek, dylatacje mostowe, kratki ściekowe itp. zabezpiecza się 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 ono 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 powierzchni o szerokości wynoszącej co najmniej 1 m.

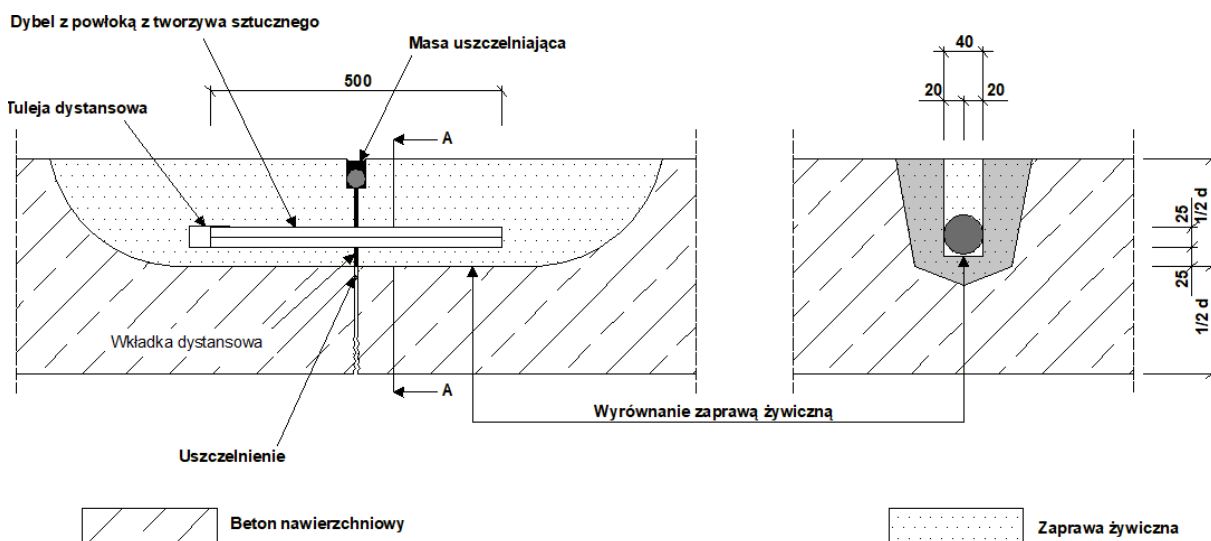
6.7. Dyblowanie wtórne

(1) Zabieg dyblowania wtórnego stosuje się w przypadku wystąpienia uszkodzeń wynikających z nieprawidłowego ich ułożenia, korozji, obniżenia lub utraty współpracy płyt oraz do likwidacji uskoków płyt, gdy $USK \geq 15$ mm.

(2) Dyblowanie wtórne stosuje się również w przypadku, gdy długość spękań pojedynczych SPD ≥ 30 m.

(3) Dyblowanie wtórne może być powiązane z zabiegiem uszczelnienia pęknięcia poprzecznego, gdy jego szerokość przekracza 40 mm i jednocześnie nie ma współpracy fragmentów płyty przedzielonych pęknięciem ($LTE < 0,65$).

(4) W rejonie występowania uszkodzenia istniejące dyble (kotwy) przecina się piłą do betonu i przystępuje do naprawy zgodnie ze schematem przedstawionym na rys. 6.7.1.



Rys. 6.7.1. Schemat dyblowania wtórnego

- (5) 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 × 560 mm w połowie grubości nawierzchni betonowej),
 - uszczelnieniu szczeliny (uszczelniacz silikonowy, pianka) 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 zaprawą naprawczą do poziomu nawierzchni,
 - odtworzeniu wypełnienia szczeliny dylatacyjnej.
- (6) W przypadku wtórnego kotwienia nie stosuje się tulei dystansowej.
- (7) Prawidłowe ustawienie dybli ma kluczowe znaczenie dla przyszłej skuteczności współpracy płyt. Dyble układa się równolegle do osi jezdni, niezależnie od kąta przebiegu szczeliny poprzecznej lub pęknięcia poprzecznego.
- (8) W zależności od projektu powierzchni naprawy należy nadać odpowiednią teksturę (posypka, wklejenie grysu w wilgotną zaprawę lub inne).
- (9) Ostatnim etapem prac jest odtworzenie (nacięcie i fazowanie komory uszczelnienia) szczeliny oraz jej wypełnienie.

6.8. Stabilizacja płyt

- (1) Stabilizację płyt stosuje się w przypadku znaczących wzajemnych przemieszczeń pionowych sąsiadujących płyt oraz zidentyfikowanych uskoków $USK \geq 15$ mm. 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 także po wykonaniu badania nośności nawierzchni przy pomocy urządzenia FWD. Na podstawie tych badań można określić współczynnik przenoszenia obciążeń LTE, który może wskazywać na ograniczoną nośność, gdy $LTE < 0,65$.
- (3) Stabilizację wykonuje się metodą iniekcji geopolimerowej bezpośrednio pod płytą betonową, zgodnie z zasadami opisanymi poniżej. W zależności od zakresu uszkodzenia stosuje się także iniekcje pod całą konstrukcją nawierzchni w celu ustabilizowania podłoża, likwidacji osiadania oraz wypełnienia kawern (pustek) w niższych warstwach podbudowy.
- (4) W przypadku dużych uskoków (≥ 15 mm) oraz gdy zabiegi iniekcji nie dają trwałego efektu z uwagi na kontynuację ruchów pionowych płyt, dodatkowo stosuje się unoszenie płyt.
- (5) Stabilizację i unoszenie płyt wykonuje się przy użyciu materiałów zgodnie z tab. 6.8.1.

Tab. 6.8.1. Kryteria doboru materiału do stabilizacji i unoszenia płyt

Materiał	Kryterium					
	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	●●	●●	○	●●	○	●

- – zalecane
- – odpowiednie
- – zastosowanie warunkowe

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

(7) W przypadku stosowania twardych pianek poliuretanowych 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 stosuje się wytyczne określone w tab. 6.8.2.

Tab. 6.8.2. Rozmieszczenie i wymiary otworów do iniekcji

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

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

(12) Przed unoszeniem płytę można odpężyć od płyt sąsiednich.

(13) Materiał wtlacza się pod płytę pod stałym, kontrolowanym ciśnieniem. W celu kontroli unoszenia płyty stosuje się 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 powinno przekraczać się ciśnienia sprężonego powietrza powyżej 1,2 MPa.

(15) W przypadku stosowania zapraw cementowych zapewnia się równomierne rozprowadzenie zaprawy pod płytą. W tym celu stosuje się 2-3 przejazdy walca po powierzchni płyty podlegającej iniekcji po jej zakończeniu. Jeżeli 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 zamyka się w sposób trwały.

(17) Po wykonaniu zabiegu stabilizacji lub unoszenia płyt odtwarza się wypełnienie dylatacji.

(18) Zabieg wyrównania poziomu i stabilizacji płyt można połączyć, w zależności od potrzeb, z zastosowaniem wtórnego dyblowania, w celu polepszenia współpracy płyt.

6.9. Naprawy powierzchniowe

(1) Zabiegi uszczelniania i drobnego uzupełnienia materiałowego stosowane są w miejscach spękań lub ubytków i dotyczą:

- a) spękań pojedynczych (podłużne, poprzeczne i ukośne),
- b) spękań powierzchniowych (mrozowe, alkaliczne, zmęczeniowe),
- c) ubytków (wyboje, lejki, złuszczenia, wykruszenia krawędzi).

(2) Do napraw powierzchniowych zalicza się w szczególności: uszczelnienie spękań, uzupełnienie złuszczeń i ubytków. Dodatkowo stosowane zabiegi w przypadku większych uszkodzeń powierzchniowych to: wymiana fragmentu płyty, wymiana płyt, frezowanie głębokie, wykonywanie nakładek z MMA oraz uzupełniające: kotwienie ukośne, kotwienie poziome, dyblowanie wtórne.

6.9.1. Uszczelnianie spękań, uzupełnienie złuszczeń i ubytków

(1) Uzupełnienie przeprowadza się powierzchniowo lub wgłębnie. Do wypełniania powierzchniowo ubytków stosuje się masy zalewowe na gorąco na bazie lepiszczy bitumicznych (w zależności od głębokości i szerokości z dodatkiem kruszywa lub bez) lub zaprawy cementowo-polimerowe lub żywiczne. W przypadku wypełniania wgłębego (głównie przy dużych pęknięciach) stosuje się zaprawy polimerowe.

(2) Spękania o szerokości mniejszej niż 3 mm uszczelnia się masą zalewową. Spękania o szerokość większą niż 3 mm uszczelnia się po wcześniejszym rozfrezowaniu i uzupełnieniu (np. wkładką lub kordem). Spękania o szerokości większej lub równej 40 mm uszczelnia się po wcześniejszym poszerzeniu i uzupełnieniu kruszywem.

(3) W przypadku frezowania na głębokość 10-15 cm należy uzupełnić płytę do pierwotnej grubości nowym materiałem, np. MMA. Ten zabieg należy zastosować, gdy powierzchnia spękań $SPO < 9 \text{ m}^2 / \text{sekcja } 10 \text{ m}$.

(4) Frezowanie głębokie wraz z wykonywaniem nakładki z MMA należy zastosować, gdy powierzchnia ubytków $UB \geq 15 \text{ m}^2 / \text{sekcja } 10 \text{ m}$.

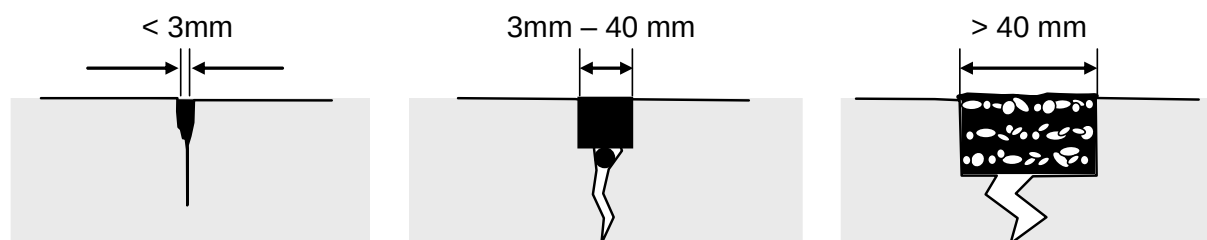
(5) Należy mieć na uwadze zmianę trwałości zmęczeniowej konstrukcji nawierzchni w wyniku frezowania; szacunkowo frezowanie do 2 cm grubości płyty powoduje obniżenie kategorii ruchu (np. z KR5 na KR4); frezowanie do 3 cm powoduje obniżenie trwałości o 2 kategorie ruchu (np. z KR5 na KR3); w celu określenia rzeczywistej pozostałej trwałości zaleca się przeprowadzenie pomiarów czasy przemieszczeń (FWD) oraz identyfikację parametrów konstrukcji nawierzchni.

(6) W każdym przypadku powierzchnię naprawianego obszaru przed zastosowaniem materiału wypełniającego starannie oczyszcza się z kurzu, brudu i innych zanieczyszczeń oraz starannie wysusza. W celu osuszenia pęknięć stosuje się lancę z gorącym powietrzem. Nie stosuje się wypełnień na wilgotnej powierzchni. W większości przypadków przy występowaniu ubytków wgłębnych nacina się je piłą tarczową, oczyszcza się szczotką mechaniczną, a następnie przedmucha sprężonym powietrzem i usuwa uszkodzony beton. Na koniec powierzchnię zagruntowuje się gruntownikiem (według wskazań producenta masy zalewowej).

(7) Masy zalewowe na gorąco zaleca się stosować przy dobrej i bezdeszczowej pogodzie, gdy temperatura powietrza jest wyższa od 0°C oraz nie następuje kondensacja wilgoci na powierzchni betonu. 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 rozgrzaną masę zalewową (zwykle w temperaturze $180\text{-}200^{\circ}\text{C}$).

(8) W przypadku szerszych spękań koryto wypełnia się kruszywem bazaltowym o frakcji 8/16 mm, ogrzanym do temperatury $110\text{-}160^{\circ}\text{C}$, na przemian z kolejną warstwą rozgrzanej masy zalewowej. Grys układa się warstwami od 2 do 3 cm, tak aby lepiszcze dokładnie wypełniało wszystkie przestrzenie między ziarnami kruszywa i równocześnie połączyło się z poprzednią warstwą. Górną warstwę kruszywa układa się na równo z powierzchnią nawierzchni i po starannym zagęszczeniu zalewa się ostatnią warstwą lepiszcza, a następnie pozostawia do wystygnięcia.

(9) Aplikację masy wykonuje się z mieszalnika zakończonego specjalną lancą. Podczas tej czynności masa powinna mieć odpowiednią temperaturę. Na rys. 6.9.1.1 pokazano przykład uszczelniania i wypełniania pęknięć z zastosowaniem masy zalewowej na gorąco.



Rys. 6.9.1.1. Przykład uszczelniania i wypełniania spękań z zastosowaniem masy zalewowej na gorąco

(10) 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, dobiera się także proporcje spoiwa i utwardzacza.

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

(12) 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 cięcie nawierzchni.

(13) Przy dużych głębokościach spękań, w przypadku których nie jest możliwe całkowite ich wypełnienie od górnej powierzchni nawierzchni, stosuje się iniekcje cementowe pod ciśnieniem. W tym celu wykonuje się 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, zgodnie z zaleceniami producenta, składniki miesza się i dostosowuje się czas przerobu do ilości materiału i temperatury otoczenia. Ciśnienie dostosowuje się do wytrzymałości betonu (poniżej 1/3 wytrzymałości betonu na ściskanie).

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

(15) Przygotowanie podłoża pod naprawę polega na dokładnym oczyszczeniu zniszczonych fragmentów betonu sprzętem mechanicznym lub ręcznym odkuwaniem i ewentualnym groszkowaniem lub śrutowaniem, aż do uzyskania jednorodnej i czystej powierzchni (rys. 6.9.1.2). 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 postępuje się zgodnie z instrukcją producenta materiału naprawczego. W przypadku zapraw cementowych nasącza się je wodą i przez 24 godziny utrzymuje w stanie wilgotnym, a w przypadku zapraw polimerowych utrzymuje się w stanie suchym.

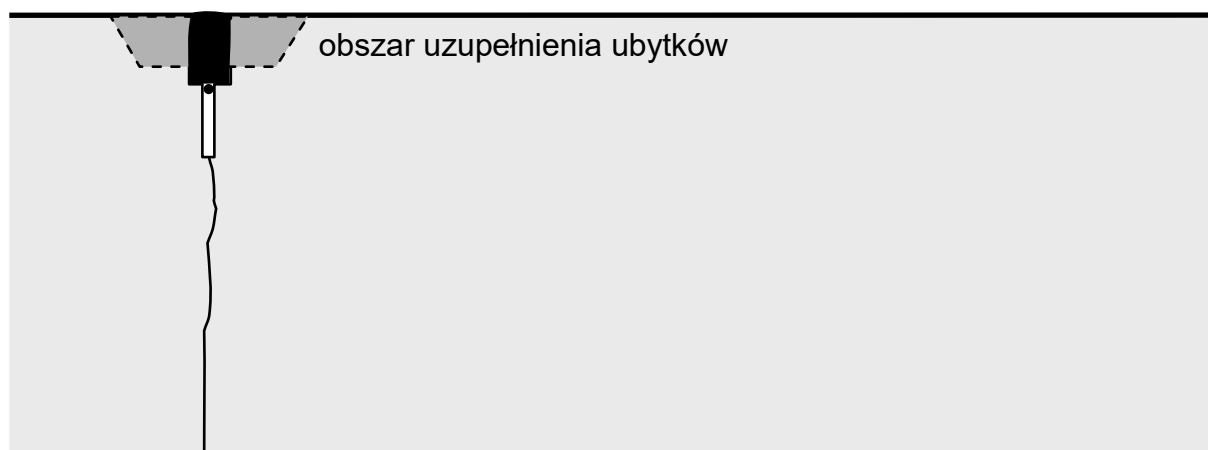
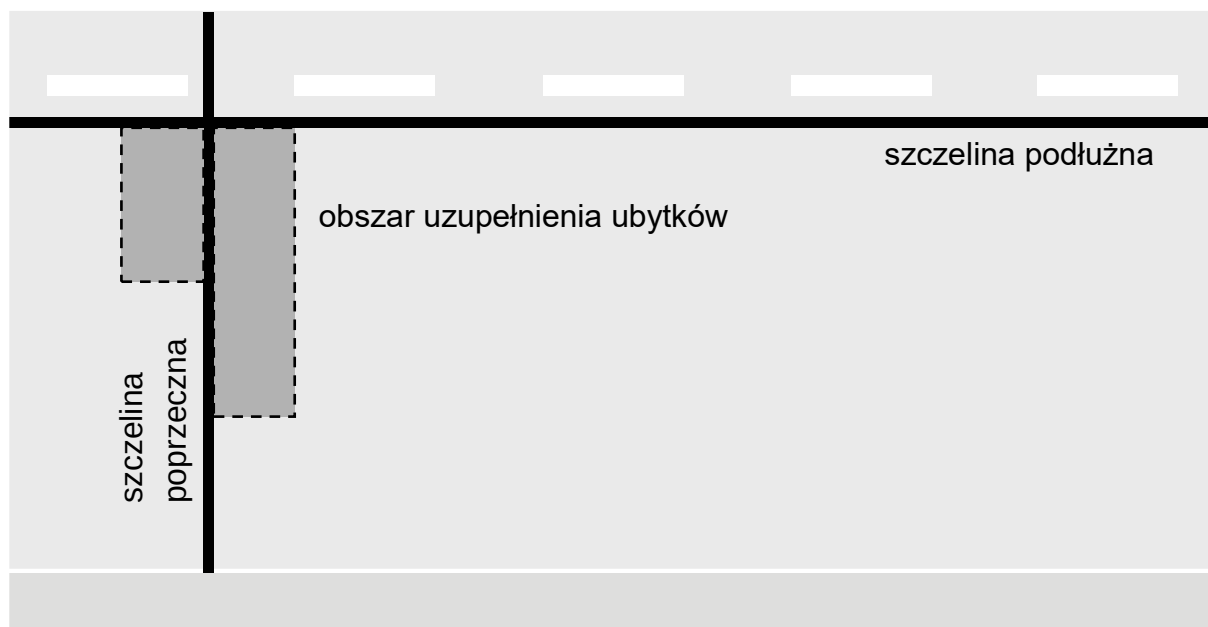
(16) Zabieg można połączyć z wymianą wypełnień w szczelinie. Najczęściej do wypełnienia uszkodzonych krawędzi stosuje się zaprawę cementową modyfikowaną polimerem. W pierwszym etapie mocuje się w szczelinie wkładkę, najlepiej z mocnego styropianu, o szerokości równej rozwarości szczeliny i wysokości równej głębokości szczeliny. Następnie

wciera się warstwę szepną 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 zabezpiecza się naprawiany fragment przed nadmiernym wysychaniem, zgodnie ze wskazaniem producenta zaprawy. Po usunięciu wkładki, najlepiej szczotką mechaniczną z wirującym dyskiem z drutów stalowych, szczelinę oczyszcza się z drobnych resztek i pyłów przy użyciu sprężarki ze sprężonym powietrzem.

(17) Temperatura naprawianego betonu powinna mieścić się w granicach od $+5^{\circ}\text{C}$ do $+35^{\circ}\text{C}$. Przy temperaturze wyższej od $+20^{\circ}\text{C}$ uwzględnia się 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.

(18) 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.



Rys. 6.9.1.2. Przykład zabiegu uzupełniania ubytków przy uszkodzeniu szczeliny na krawędzi

(19) Przy naprawie obłamanych krawędzi innymi materiałami stosuje się do zaleceń 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.

(20) 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.

6.9.2. Wymiana fragmentu płyty

(1) Wymianę fragmentu płyty realizuje się, gdy długość spękań pojedynczych SPD ≥ 30 m.

(2) Stosuje się kilka etapów. W pierwszym etapie wykonuje się nacięcie wokół uszkodzenia, nadając mu regularny kształt miejsca naprawy. Następnie rozkrusza się (skuwa się) uszkodzony fragment naroża płyty w celu łatwiejszego demontażu. Czynności te wykonuje się w taki sposób, aby nie uszkodzić sąsiednich płyt.

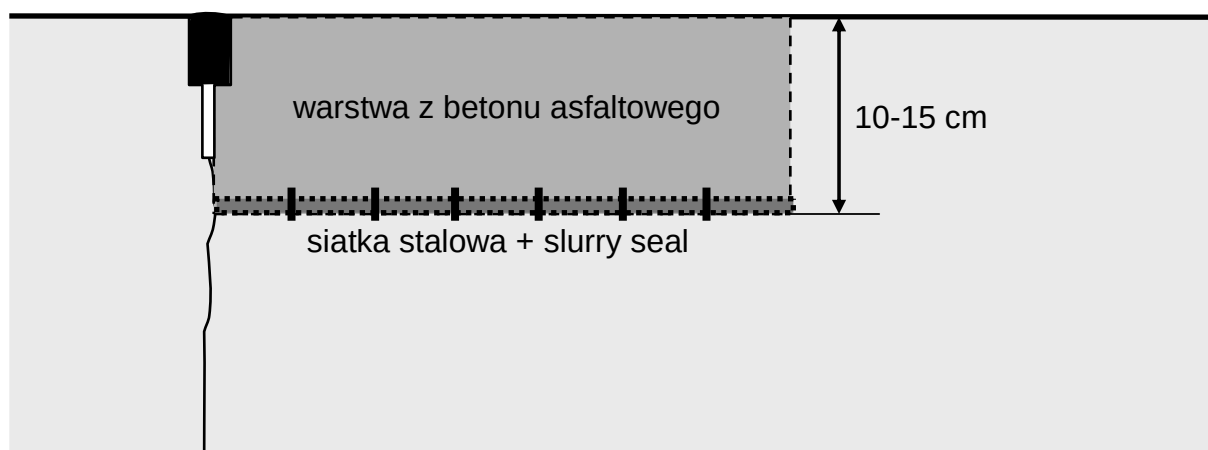
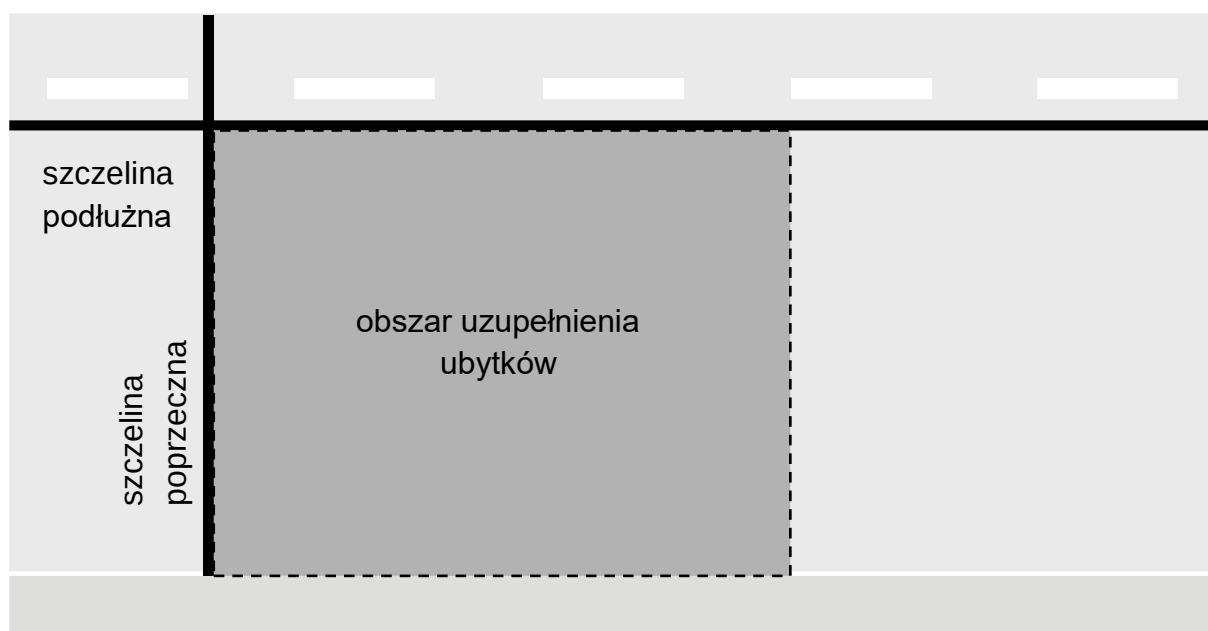
(3) W przypadku spękania ukośnego powodującego odłamanie naroży o szerokości ≥ 6 mm wymaga się wymiany odłamanego fragmentu płyty i uzupełnienia na całej głębokości mieszanką mineralno-asfaltową (MMA).

(4) W zależności od zakresu naprawy przecina się dyble/kotwy. Następnie usuwa się fragmenty płyty. Ponadto usuwa się stare wypełnienia szczelin.

(5) Mieszanki MMA do wymiany części płyt dopuszcza się stosować tylko przy naprawach tymczasowych, do następnego okresu wystąpienia wysokich temperatur. W przypadku napraw powierzchniowych nakładki MMA stosuje się po wyfrezowaniu części grubości płyty.

(6) W przypadku rozległych uszkodzeń powierzchniowych przeprowadza się 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.

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



Rys. 6.9.2.1. Przykład wymiany fragmentu płyty przy zastosowaniu technologii frezowania głębokiego

(8) W przypadku stosowania nakładki z MMA na spękaną płytę betonową stosuje się siatki wzmacniające (np. stalowe kotwione do podłoża i wypełnione warstwą slurry-seal o grubości ok. 1,5 cm (rys. 6.9.2.1) 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, w warstwie ścieralnej nacina się szczeliny zgodnie z przebiegiem szczelin dylatacyjnych w betonie i uszczelnia się je.

(9) W większości przypadków przy występowaniu ubytków wgłębnych nacina się je piłą tarczową, oczyszcza szczotką mechaniczną, a następnie oczyszcza sprężonym powietrzem i gruntuje się zgodnie z zaleceniami producenta materiału naprawczego.

(10) W przypadku stosowania materiałów naprawczych innych niż MMA na koniec dokonuje się właściwego teksturowania powierzchni oraz jej pielęgnacji. Po wykonaniu napraw w sąsiedztwie naprawianego obszaru odtwarza się wypełnienie szczelin dylatacyjnych.

6.9.3. Wymiana płyt

(1) Zabieg wymiany płyt stosuje się, gdy:

- a) powierzchnia spękań $SPO \geq 9 \text{ m}^2 / \text{sekcja } 10 \text{ m}$,

b) powierzchnia ubytków UB $\geq 15 \text{ m}^2$ / sekcja 10 m.

(2) Dla zabiegu wymiany płyt stosowane są różne technologie, dostosowane do lokalnych wymagań i uzależnione od: udziału ruchu ciężarowego, natężenia ruchu, wymaganego czasu/terminu realizacji, możliwości wyznaczenia objazdów naprawianej drogi, liczby wymienianych pojedynczych płyt, potrzeby zwiększenia nośności nawierzchni – tzw. wymiana płyt w ciągu.

(3) Stosuje się kilka etapów. W pierwszym etapie zabiegu dokonuje się cięcia 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.

(4) Następnym etapem jest usunięcie uszkodzonej płyty (demontaż) na dwa sposoby:

- a) metodą bezударową – pocięcie na mniejsze regularne fragmenty i wyciąganie przy pomocy koparki,
- b) metodą udarową (np. rozkruszenie, skuwanie, rubblizing).

Czynności te wykonuje się w taki sposób, aby nie uszkodzić sąsiednich płyt.

(5) Następnie, uwzględniając grubość nowej płyty, uzupełnia się warstwę podbudowy, zachowując jej pochylenie i grubość na podstawie założeń projektowych, oraz warstwę poślizgową, jeżeli jest wymagana.

(6) 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.

(7) Jeżeli zachodzi konieczność szybkiego oddania drogi do ruchu, stosuje się tzw. betony szybkosprawne, które uzyskują docelowe parametry wytrzymałościowe w ciągu kilku lub kilkunastu godzin od wbudowania.

(8) W każdym przypadku dokonuje się teksturowania powierzchni oraz jej pielęgnacji.

(9) Zgodnie z dokumentacją projektową, przed wbudowaniem płyty uwzględnia się osadzenie odpowiedniej liczby dybli i kotew po uprzednim wykonaniu otworów w sąsiadujących płytach.

(10) Po wyschnięciu betonu wykonuje się komory wypełnienia szczelin dylatacyjnych i uszczelnia się je.

6.9.4. Kotwienie ukośne lub kotwienie poziome

(1) Kotwienie stosuje się, gdy długość spękań pojedynczych SPD $\geq 30 \text{ m}$. Najczęściej są to spękania ukośne w środku płyty, poprzeczne w środku płyty i podłużne wzdłuż krawędzi płyty.

(2) Zabieg ten pozwala na ograniczenie przemieszczeń pionowych (klawiszowanie) i poziomych krawędzi fragmentów konstrukcji rozdzielonych spękaniami. Stosuje się go także przy pękniętych narożach.

(3) Kotwienie ukośne lub klamrowanie 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 spękania.

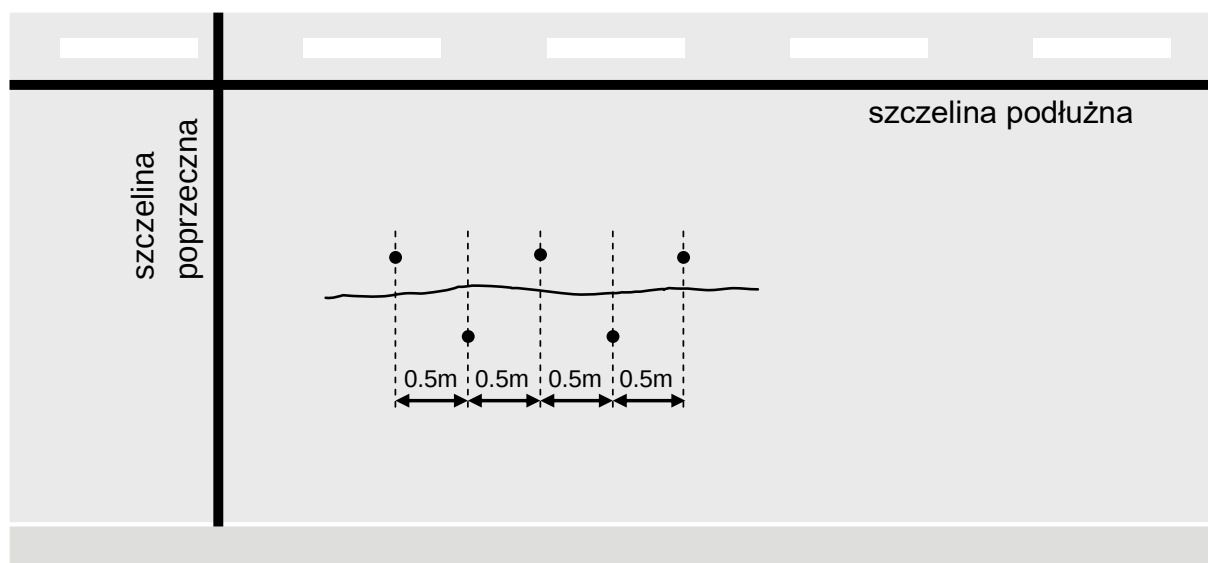
(4) Parametry rozmieszczenia otworów, średnica oraz głębokość wiercenia otworów do zamocowania kotew są zależne od grubości płyty i zostały podane w tab. 6.9.4.1. Wiercenie wykonuje się pod kątem ok. 27-30°.

Tab. 6.9.4.1. Parametry kotwienia ukośnego

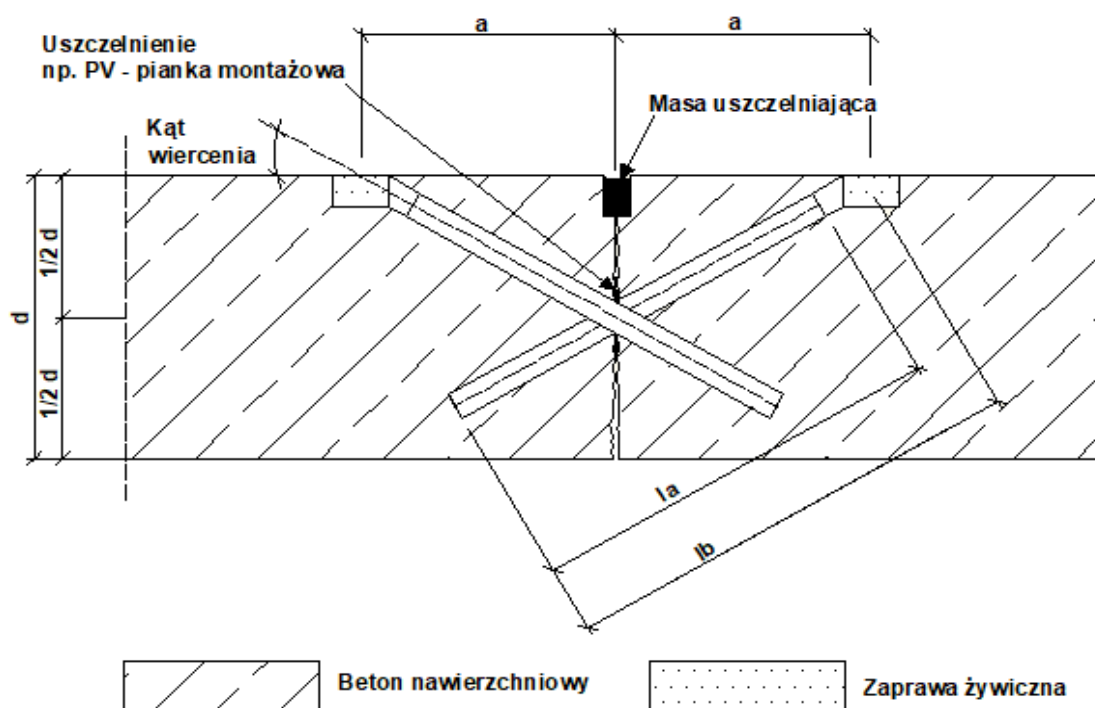
Grubość płyty [cm]	Długość kotwy „la” [cm]	Długość otworu pod kotwę „lb” [cm]	Odległość miejsca wiercenia od szczeliny lub rysy „a” [cm]
22-25	35	40	20
26-27	45	50	23
28-30	50	55	27

31-40	70	75	37
-------	----	----	----

(5) Schemat rozmieszczenia kotew w planie przedstawia rys. 6.9.4.1, a przekrój poprzeczny płyty ze schematem kotwienia ukośnego – rys. 6.9.4.2.



Rys. 6.9.4.1. Schemat rozmieszczenia kotew w planie (w układzie ukośnym)



Rys. 6.9.4.2. Przekrój poprzeczny rozmieszczenia kotew (w układzie ukośnym); wartość kąta ustala projektant

(6) Kotwy umieszcza się 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).

(7) Najczęściej stosuje się pręty zbrojeniowe ze stali żebrowanej, o średnicy 16 mm w odwiercone otwory pod zadaniem kątem, naprzemianlegle po dwóch stronach spękania, tak aby oś kotwy przechodziła jak najbliżej środka geometrycznego spękania. Otwór pilotażowy (pionowy) wykonuje się w odpowiednio dobranej odległości od szczeliny podłużnej lub spękania

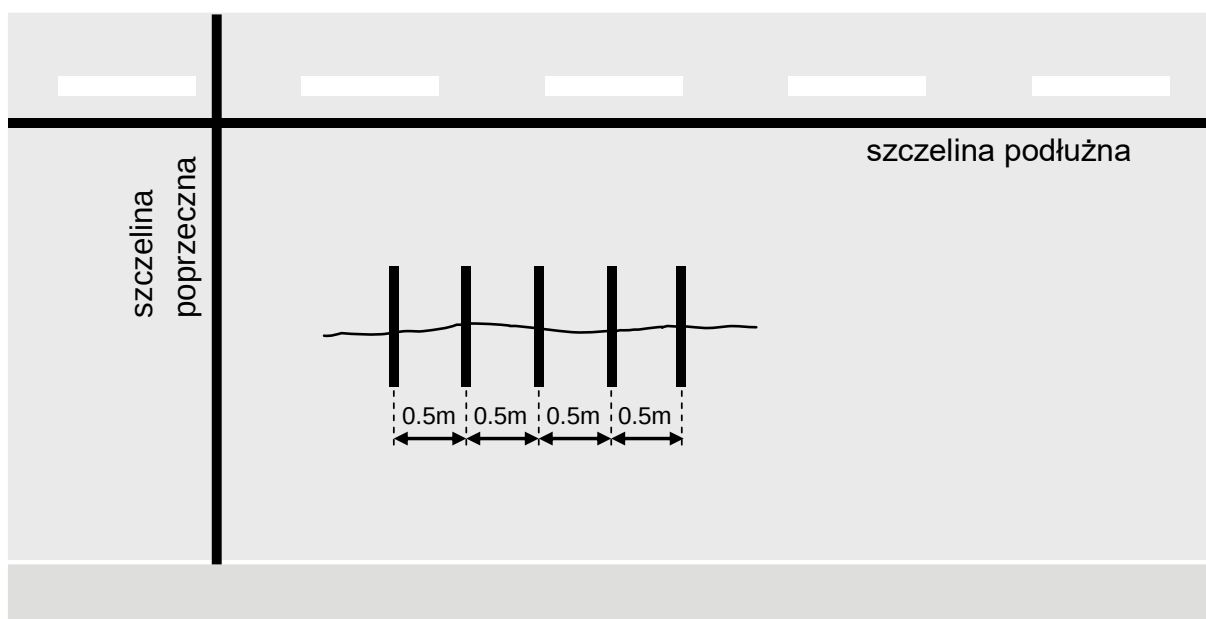
(wymiar „a”). Kotwy rozmieszczone są naprzemiennie w stosunku do spękania w odległości wynoszącej co najmniej 0,5 m i oddalone od krawędzi płyt o co najmniej 0,5 m.

(8) Przed przystąpieniem do prac przeprowadza się dobór sprzętu do wykonania otworów, w tym również dobór wiertel (w tym ich długości). Proponuje się wykorzystanie młotowiertarek udarowych elektrycznych lub wiertnicy pneumatycznej zamontowanej na prowadnicy-ramie, umożliwiającej ustawienie wiertła pod odpowiednim kątem. W zakresie robót wymagane jest przygotowanie kotew (prętów żebrowanych o określonej długości) oraz oznaczenie na wiertłach za pomocą kolorowej taśmy lub farby maksymalnej głębokości pogrążania.

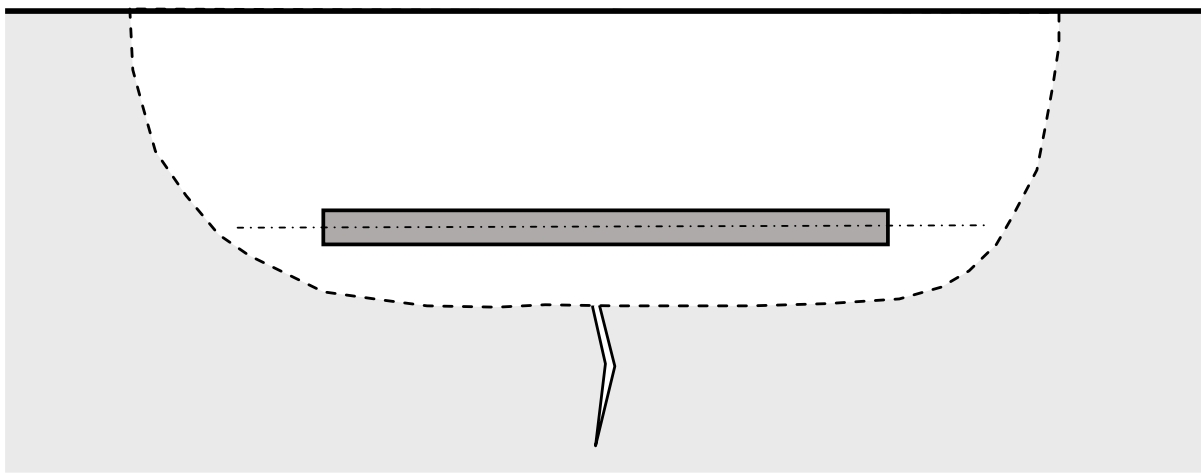
(9) Wykonanie kotwienia polega na:

- a) usunięciu wypełnienia szczeliny dylatacyjnej w rejonie montażu kotew,
- b) uszczelnieniu powierzchni styku płyt (karbu) w rejonie montażu kotew pianką montażową,
- c) wywierceniu otworów pod kątem od 27° do 30° na określoną głębokość,
- d) wypełnieniu otworów zaprawą żywiczną,
- e) umieszczeniu prętów ze stali żebrowanej w wywierconych otworach,
- f) wypełnieniu otworów zaprawą żywiczną o konsystencji płynnej do poziomu powierzchni,
- g) uzupełnieniu usuniętego wcześniej uszczelnienia szczeliny dylatacyjnej lub uszczelnienie żywicami.

(10) 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 bruzd prostopadłych do spękań (rys. 6.9.4.3), najlepiej o przekroju pokazanym na rys. 6.9.4.4, w które na zaprawie lub kleju żywicznym wprowadza się pręty kotwiące. Wnętrze bruzd powinno być czyste i wolne od resztek luźnych fragmentów betonu. Rozstaw bruzd, ich długość oraz średnice prętów zbrojeniowych określa się w projekcie naprawy.



Rys. 6.9.4.3. Schemat rozmieszczenia kotew w planie (w układzie poziomym)



Rys. 6.9.4.4. Przekrój poprzeczny rozmieszczenia kotew (w układzie poziomym)

(11) Kotwienie można wykonać przy użyciu prętów o zagiętych końcach, które są wklejane w przygotowane otwory klejami na bazie żywic epoksydowych.

(12) W przypadku spękania, które propagowało przez całą grubość płyty, oraz pęknięcia z przemieszczeniem krawędzi (uskok, klawiszowanie), zabieg kotwienia łączy się z iniekcją spękania lub iniekcją podbudowy (stabilizacją płyty).

(13) W zakresie tego zabiegu należy usunąć beton po obu stronach spękania, w odległości co najmniej 20 cm, na głębokość co najmniej 5 cm (około 1/3 grubości płyty). Obszar naprawy oczyścić z luźnych fragmentów betonu. Na spodzie osadzić siatkę zbrojeniową. Siatkę mocuje się w betonie za pomocą kotew wklejanych lub kołków rozporowych. Bruzdę z siatką obficie zwilża się wodą, a następnie wypełnia się betonem zgodnym z założeniami projektowymi (np. niskoskurczowym modyfikowanym lub z dodatkiem włókien zbrojenia rozproszonego).

6.10. Uzupelnienie wypełnień w szczelinach

(1) Uzupelnienie wypełnień w szczelinach stosuje się, gdy długość uszkodzeń w szczelinach WSZ < 8 m/sekcja 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) Na danym uszkodzonym fragmencie zaleca się usunięcie poprzedniego wypełnienia na całej głębokości oraz dokładne oczyszczenie szczeliny.

6.11. Wymiana wypełnień w szczelinach

(1) Wymianę wypełnień w szczelinach stosuje się, gdy długość uszkodzeń w szczelinach WSZ ≥ 8 m/sekcja 10 m.

(2) Zabieg dotyczy wymiany masy zalewowej lub profili gumowych. Przed ich wymianą usuwa się zniszczony materiał uszczelniający oraz oczyszcza się szczelinę. W tym celu można zastosować urządzenia do mechanicznego usuwania zużytego materiału uszczelniającego, np. noże wycinające, pługi szczelinowe itp.

(3) Materiał wypełniający szczelinę kwalifikuje się do wymiany, jeżeli nie spełnia wymagań szczelności, tj. posiada widoczne uszkodzenia. wizualnym objawem braku szczelności jest popękane wypełnienie (masa lub profil) w szczelinie i nieprzyleganie masy lub profilu 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, usuwa się pozostałości mocniej przylegające do ścian i inne zanieczyszczenia, aby uzyskać czystą, gładką powierzchnię betonu na ściankach oraz szczelinę wolną od wszystkich zanieczyszczeń obcych.

(6) W przypadku stwierdzenia obłamanych krawędzi szczelin, przed zabiegiem wymiany wypełnień dokonuje się 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 powinien 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, wysuszenie szczeliny łańcą gorącego powietrza lub przez pozostawienie do wyparowania na co najmniej 24 godziny,
- b) 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,
- c) wydmuchanie drobnych resztek ziaren oraz pyłów przy użyciu sprężonego powietrza.

(7) Wypełnienie szczeliny masą zalewową wykonuje się zgodnie z następującymi etapami:

- a) wypełnienie dolnej części 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) i większa o ok. 25% od szerokości szczeliny; zaleca się, aby w przypadku stosowania mas zalewowych na gorąco sznur był odporny na temperaturę do 200°C; kord wprowadza się w szczelinę na taką głębokość, aby nadać masie zalewowej odpowiednie wymiary geometryczne (np. dla masy zalewowej na gorąco głębokość powinna być równa 1,5-krotności szerokości);
- b) zagruntowanie bocznych ścianek szczeliny gruntownikiem (zgodnie z wymaganiami producenta masy zalewowej); w tym celu stosuje się spryskiwacze zapewniające równomierne pokrycie ścianek cienką warstwą gruntownika; gruntownik można także nanosić pędzlami, wprowadza się 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 do wykonania zakresu robót; masy nie należy rozgrzewać wielokrotnie; gorącą masę posypuje się sypkim materiałem w celu szybkiego oddania do ruchu (np. drobny piasek bazaltowy lub cement); oddanie nawierzchni do ruchu powinno nastąpić po ostygnięciu i stwardnieniu masy.

(8) Przygotowanie szczeliny (w zakresie jej oczyszczenia) pod wymianę profili gumowych wykonuje się analogicznie jak dla zabiegu opisanego dla masy zalewowej. Mocowanie profilu na odpowiedniej głębokości realizuje się z wykorzystaniem specjalistycznych urządzeń. Profilu nie można nadmiernie rozciągać w trakcie wbudowania, zapobiega temu wbudowana w profil linka. Niekiedy zachodzi konieczność zwiększenia wymiarów profili ze względu na poszerzenie szczeliny.

(9) 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.

7. Typowe rozwiązania materiałowo-technologiczne przy remontach nawierzchni poboczy

7.1. Części poboczy o nawierzchni twardej

(1) W przypadku remontów części poboczy o nawierzchni twardej (opasek zewnętrznych lub pasów awaryjnych):

- a) asfaltowych – stosuje się typowe rozwiązania materiałowo-technologiczne określone dla asfaltowych nawierzchni jezdni, zgodnie z rozdziałem 5,
- b) betonowych – stosuje się typowe rozwiązania materiałowo-technologiczne określone dla betonowych nawierzchni jezdni, zgodnie z rozdziałem 6.

(2) Zasadę określoną w akapicie (1) stosuje się również do remontów opasek wewnętrznych.

7.2. Pobocza lub części poboczy o nawierzchni gruntowej

(1) W przypadku remontów poboczy lub części poboczy o nawierzchni gruntowej wykonuje się następujące czynności:

- a) naprawa lokalnie uszkodzonych poboczy lub części poboczy,
- b) profilowanie i uzupełnianie zaniżeń poboczy lub części poboczy,
- c) ścinanie zawyżonych poboczy lub części poboczy albo wykonanie rowków odpływowych przez zawyżone pobocza lub części poboczy.

(2) Materiały stosowane do uzupełniania poboczy lub części poboczy o nawierzchni gruntowej to: mieszanki niezwiązane, żwiry i mieszanki, piaski, mieszanki gliniasto-piaskowe, mieszanki gliniasto-żwirowe, mieszanki z gruntów z kruszywami odpadowymi oraz destrukty z frezowania nawierzchni asfaltowych. Użyty do naprawy grunt powinien mieć wilgotność optymalną.

(3) 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 lub części poboczy, również usunięcia pachołków, słupków drogowych bądź innych elementów, których czasowe usunięcie nie spowoduje zagrożenia dla bezpieczeństwa ruchu drogowego,
- b) wyznaczenia szerokości poboczy lub części poboczy i ustalenia krawędzi korony drogi,
- c) odwodnienia naprawianych powierzchni w przypadku stwierdzenia zastoisk wodnych, przez wykopanie rowków odwadniających,
- d) spulchnienia powierzchni lub rozdrobnienia darniny w przypadkach niezbędnych przy wykonywaniu ścinki poboczy lub części poboczy za pomocą zrywarek, kultywatorów lub bron talerzowych,
- e) spulchnienia powierzchni poboczy lub części poboczy na głębokość od 2 do 3 cm przy ich uzupełnianiu dla dobrego związania warstw za pomocą kultywatorów, bron talerzowych lub ręcznie,
- f) spryskania wodą powierzchni naprawianych w przypadku nadmiernie suchego gruntu poboczy za pomocą urządzenia do rozpryskiwania wody.

(4) W celu dokonania naprawy uszkodzeń występujących w postaci lokalnych ubytków (zaniżeń/zagłębień) w poboczach wykonawca wykonuje roboty opisane w akapicie (3), pkt e) i f) oraz w akapicie (5) jedynie w obrysie uszkodzenia.

(5) Przy profilowaniu i uzupełnianiu zaniżeń poboczy lub części poboczy o nawierzchni gruntowej stosuje się następujące zasady:

- a) materiał rozkłada się równomiernie na całej szerokości pobocza lub części pobocza za pomocą ładowarek oraz profiluje się do wymaganego spadku poprzecznego za pomocą równiarek,

- b) zagęszczenie gruntu o wilgotności optymalnej wykonuje się za pomocą walców statycznych, stalowych gładkich lub ogumionych wielokołowych, lekkich walców wibracyjnych lub zagęszczarek płytowych,
- c) zagęszczenie gruntu prowadzi się od krawędzi pobocza lub części pobocza w kierunku krawędzi nawierzchni jezdni,
- d) zagęszczona powierzchnia pobocza lub części pobocza powinna być równa, posiadać jednakowy spadek poprzeczny, zgodny ze spadkiem założonym oraz nie posiadać śladów kół od walców.

(6) Zawyżone pobocza lub części poboczy o nawierzchni gruntowej poddaje się następującym zabiegom remontowym:

- a) ścinaniu do poziomu z zapewnieniem wymaganego spadku poprzecznego, umożliwiające właściwe odwodnienie jezdni, przy użyciu równiarek lub sprzętu specjalistycznego (np. ścinarek) lub ręcznie,
- b) wykonywaniu rowków odpływowych (odwadniających) w poprzek pobocza lub części pobocza, jeżeli istnieje doraźna potrzeba usunięcia lokalnych zastoisk wodnych na jezdni lub zapobieżenia spływania wody wzdłuż drogi, na pograniczu jezdni i zawyżonego pobocza lub części pobocza oraz nie przewiduje się w najbliższym czasie całkowitej ścinki zawyżonego pobocza lub części pobocza; rowki odpływowe wykonuje się w miejscach pozwalających na szybki i skuteczny spływ wody z jezdni, prostopadle lub ukośnie do krawędzi jej nawierzchni.

(7) Po wykonaniu robót remontowych wykonawca jest zobowiązany do oczyszczenia powierzchni jezdni z zanieczyszczeń pozostałych po remoncie pobocza za pomocą szczotek mechanicznych, usunięcia gruntu ze skarp, jeżeli w trakcie robót grunt został tam przesunięty, oraz do ustawienia pachołków lub innych elementów znajdujących się na poboczu lub części pobocza o nawierzchni gruntowej, usuniętych na czas wykonywania robót.

(8) W przypadku konieczności przebudowy głębokiej pobocza gruntowego należy postępować zgodnie z przyjętą dokumentacją projektową.