

Wytyczne utrzymania dróg samorządowych

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

01-0000.00.00

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

WR-D-83-3

WR-D-83-3

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

Wersja: **01**

Obowiązuje od: **0000.00.00**

Rekomendował:

Wzorce i standardy rekomendowane przez Ministra właściwego ds. transportu:

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

Opracował Zespół w składzie:

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

Jednostka odpowiedzialna:

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

© Skarb Państwa – Minister Infrastruktury

Zdjęcie na okładce © Jan Król

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



**Rzeczpospolita
Polska**

Unia Europejska
Fundusz Spójności



Spis treści

1. Przedmiot i zakres stosowania

2. Wykaz opracowań powołanych

3. Definicje i objaśnienia skrótów

3.1. Definicje

3.2. Skróty

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

4.1. Wprowadzenie

4.2. Remont cząstkowy nawierzchni asfaltowej

4.2.1. Metoda na zimno z zastosowaniem mieszanek mineralno-emulsyjnych

4.2.2. Metoda na gorąco z zastosowaniem mieszanek mineralno-asfaltowych

4.3. Powierzchniowe utwalenie

4.3.1. Powierzchniowe utwalenie pojedyncze

4.3.2. Powierzchniowe utwalenie klinowane

4.3.3. Powierzchniowe utwalenie podwójne

4.3.4. Powierzchniowe utwalenie warstwowe

4.4. Cienka warstwa na zimno

4.5. Cienka warstwa na gorąco

4.6. Frezowanie nawierzchni

4.6.1. Frezowanie nawierzchni jako samodzielny zabieg

4.6.2. Frezowanie nawierzchni jako element innych zabiegów

4.7. Wymiana warstwy nawierzchni

4.7.1. Wymiana warstwy ścieralnej z mieszanek zamkniętych

4.7.2. Wymiana warstwy ścieralnej z mieszanek półotwartych i otwartych

4.7.3. Wymiana niższych warstw nawierzchni drogowej

4.8. Naprawy pęknięć

4.8.1. Naprawa i wypełnianie pęknięć metodą pasmową

4.8.2. Naprawa spękania poprzecznego z wykorzystaniem geosyntetyków

4.9. Remixing warstw nawierzchni

4.9.1. Technologia remixingu

4.9.2. Technologia remixingu plus

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

5.1. Wprowadzenie

5.2. Frezowanie (Diamond grinding)

5.3. Rowkowanie (Grooving)

5.4. Zszywanie

5.5. Wymiana płyt

5.6. Wymiana dybli/kotew

5.7. Wyrównanie poziomu i stabilizacja płyt

5.8. Naprawy powierzchniowe

5.8.1. Uszczelnianie pęknięć, uzupełnienie złuszczeń i ubytków

5.8.2. Wymiana fragmentu płyty (frezowanie głębokie)

5.9. Wymiana wypełnień w szczelinach

5.10. Uszczelnienie szczelin

5.11. Śrutowanie nawierzchni

6. Typowe rozwiązania technologiczne przy utrzymaniu poboczy

6.1. Wprowadzenie

6.2. Utrzymanie poboczy o nawierzchni twardej

6.3. Utrzymanie poboczy o nawierzchni gruntowej

7. Typowe rozwiązania przy utrzymaniu urządzeń do odwodnienia

7.1. Wprowadzenie

7.2. Czyszczenie i remonty urządzeń do odwodnienia

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

7.4. Odmulenie rowów

1. Przedmiot i zakres stosowania

(1) Przedmiotem Katalogu są techniki naprawy uszkodzeń nawierzchni, poboczy i odwodnienia dróg samorządowych.

(2) W Katalogu przedstawione zostały typowe rozwiązania materiałowo-technologiczne i konstrukcyjne stosowane przy remontach lub remontach częściowych nawierzchni asfaltowych i betonowych.

(3) Wytyczne zawierają zestawy typowych rozwiązań z określeniem kryteriów doboru do konkretnych warunków uszkodzeń z podaniem wad i zalet.

2. Wykaz opracowań powołanych

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

3. Definicje i objaśnienia skrótów

3.1. Definicje

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

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

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

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

Remont cząstkowy nawierzchni – obejmuje zespół zabiegów technicznych wykonywanych na bieżąco, związanych z usuwaniem uszkodzeń nawierzchni zagrażających bezpieczeństwu ruchu, jak również zabiegi obejmujące małe powierzchnie, hamujące proces powiększania się powstałych uszkodzeń. Rozróżnienie między remontem cząstkowym a remontem nawierzchni betonowej dotyczy głównie zakresu remontowanego odcinka – umownie sekcji 500 mb w przypadku remontów o charakterze liniowym (np. wymiana lub uszczelnienie wypełnień i szczelin, uszczelnienie pęknięć) i 1500 m² w przypadku remontów o charakterze powierzchniowym (np. remixing warstwy ścieralnej, wymiana płyt, frezowanie powierzchni).

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

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

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

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

Zieleń przydrożna – roślinność umieszczona w pasie drogowym, mającą na celu w szczególności ochronę użytkowników drogi przed oślepieniem przez pojazdy nadjeżdżające z kierunku przeciwnego, ochronę drogi przed zawiewaniem i zaśnieżaniem, ochronę przyległego terenu przed nadmiernym hałasem, zanieczyszczeniem powietrza, wody i gleby.

3.2. Skróty

AC (Asphalt Concrete) – beton asfaltowy.

BBTM (Béton Bitumineuse Très Mince) – beton asfaltowy do bardzo cienkich warstw.

KR – kategoria ruchu.

PA (Porous Asphalt) – asfalt porowaty.

R – remont.

RC – remont cząstkowy.

SMA (Stone Mastic Asphalt) – mastyks grysowy.

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

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

4.1. Wprowadzenie

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

(2) Przedstawiono następujące technologie remontowe:

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

4.2. Remont cząstkowy nawierzchni asfaltowej

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

- a) naprawy wybojów,
- b) naprawy obłamanych krawędzi,
- c) naprawy i uszczelnienie pojedynczych pęknięć,
- d) naprawy i wypełnienia złuszczeń.

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

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

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

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

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

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

4.2.1. Metoda na zimno z zastosowaniem mieszanek mineralno-emulsyjnych

(1) Mieszanki mineralno-emulsyjne konfekcjonowane w workach i gotowe do użycia stosuje się do wypełniania ubytków w nawierzchniach drogowych. Do ich produkcji wykorzystuje się najczęściej mieszanki kruszyw o uziarnieniu 0/5 mm, 0/8 mm. Jako lepsze asfaltowe stosuje się emulsje asfaltowe średnio lub wolno rozpadowe, a także w uzasadnionych przypadkach asfalty upłynnione. Mieszanki zawierające asfalty upłynnione rozpuszczalnikami organicznymi lub z wykorzystaniem asfaltów fluksowanych olejami roślinnymi można stosować w temperaturze ujemnej jeśli producent nie zaleci inaczej. Mieszanki mineralno-emulsyjne nie powinny być stosowane w temperaturze ujemnej.

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

(3) Powierzchniowe ubytki są najczęściej naprawiane metodą powierzchniowego utrwalania z zastosowaniem kationowych emulsji asfaltowych szybko rozpadowych. Na naprawianą powierzchnię nanosi się emulsję asfaltową oraz rozsypuje warstwę kruszywa i zagęszcza. W przypadku dróg o niskiej kategorii ruchu do KR2, dopuszcza się samoistne zagęszczenie kruszywa od ruchu pojazdów. W przypadku wyższych kategorii ruchu do KR5 należy stosować walce drogowe. Naprawy wielkopowierzchniowe powinny być wykonywane w sposób zmechanizowany z zastosowaniem skraparki emulsji, rozsypywarki kruszywa (najkorzystniej ze szczelinowym systemem dozowania kruszywa) oraz lekkiego walca drogowego, naprawy mało-powierzchniowe można wykonywać przy pomocy remontera.

4.2.2. Metoda na gorąco z zastosowaniem mieszanek mineralno-asfaltowych

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

(2) W celu naprawy nawierzchni w technologii na gorąco, naprawiane miejsce należy oczyścić i skropić emulsją asfaltową w ilości około 0,6-1,0 kg/m² w zależności od chłonności podłoża i zastosowanej emulsji. Naprawiane miejsce należy wypełnić mieszanką mineralno-asfaltową na gorąco lub na ciepło.

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

(4) Bez względu na to, jaki materiał będzie użyty i jaka metoda wbudowania będzie zastosowana, zawsze należy uzyskać właściwe zagęszczenie. Miarą zagęszczenia jest wskaźnik zagęszczenia, który powinien przyjmować wartość od 97% do 100%. Prawidłowe zagęszczenie ma znaczący wpływ na trwałość wykonywanej naprawy.

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

4.3. Powierzchniowe utrwalenie

(1) Zabieg powierzchniowego utrwalania wykonuje się jako zabieg powierzchniowy w czasie zależnym od ważności drogi, stanu jej degradacji oraz zgodnie z przyjętą strategią. Zabieg powierzchniowego utrzymania stosuje się do:

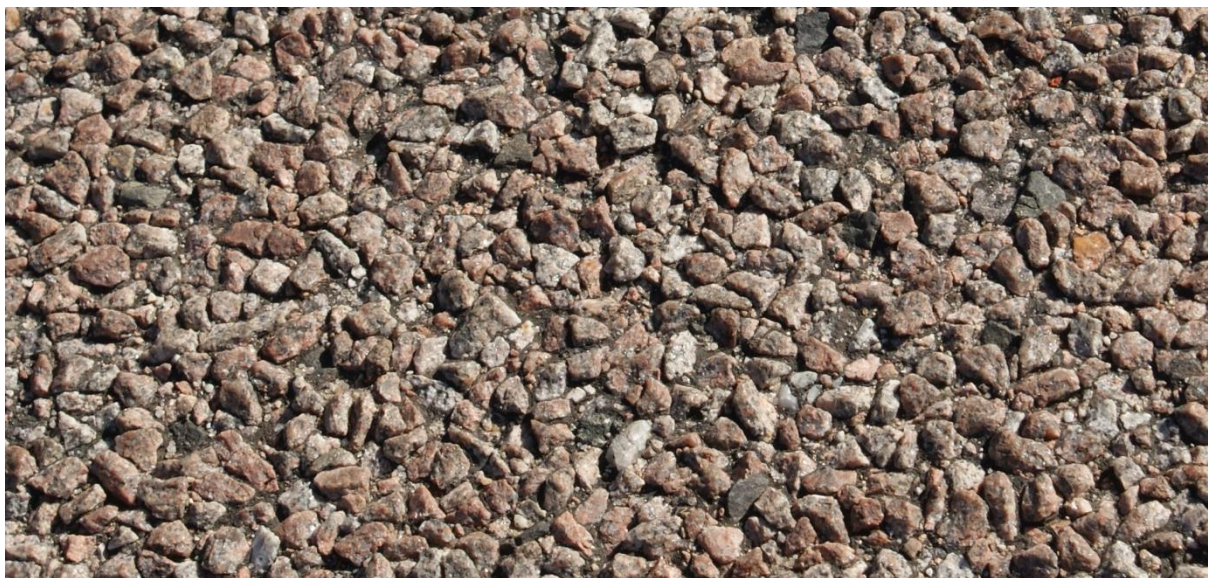
- a) odtworzenia szorstkiej warstwy ścieralnej,
- b) uszczelnienia warstwy jezdnej nawierzchni drogowej przed wnikaniem wody,
- c) powstrzymania lub opóźnienia postępującej degradacji nawierzchni,
- d) odtworzenia jednolitego wyglądu warstwy ścieralnej.

(2) Powierzchniowe utrwalenie wykonuje się jako zabieg utrzymaniowy na drogach o dostatecznej nośności, które zostały uprzednio poddane remontowi. Zabieg ten przeznaczony jest do wykonywania na drogach o obciążeniu ruchem o kategorii od KR0 do KR4. W uzasadnionych przypadkach, na drogach o ruchu powolnym (do 50 km/h), dopuszcza się wykonywanie zabiegu powierzchniowego utrzymania na drogach o kategorii ruchu KR5. Nie dopuszcza się wykonywania zabiegu powierzchniowego utrwalenia na drogach o kategorii ruchu powyżej KR6.

(3) Zabieg powierzchniowego utrwalenia wykonuje się w celu:

- a) przywrócenia nawierzchni szorstkości oraz jednolitego wyglądu,
- b) uszczelnienia i zabezpieczania nawierzchni przed wnikaniem wody.

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

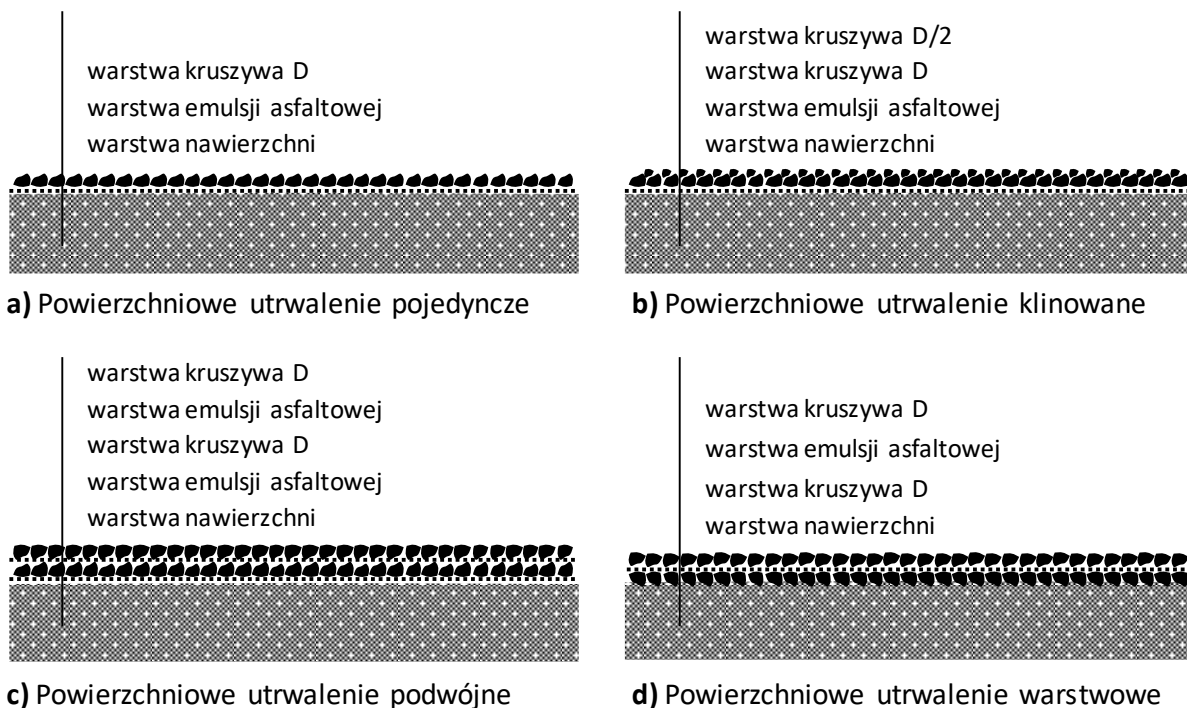


Rys. 4.3.1. Przykład powierzchniowego utrwalenia

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

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

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



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

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

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

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

4.3.1. Powierzchniowe utwalenie pojedyncze

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

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

4.3.2. Powierzchniowe utwalenie klinowane

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

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

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

4.3.3. Powierzchniowe utwalenie podwójne

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

(2) Zabieg ten jest przeznaczony do wykonywania na drogach o nawierzchniach ubogich w lepiszcze asfaltowe oraz o większym obciążeniu ruchem powyżej kategorii KR3.

4.3.4. Powierzchniowe utwalenie warstwowe

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

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

4.4. Cienka warstwa na zimno

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

(2) Technologia cienkiej warstwy na zimno polega na ułożeniu warstwy wierzchniej nawierzchni o grubości od 0,2 cm do 2,0 cm w zależności od zastosowanego kruszywa oraz przewidywanego obciążenia ruchem i przewidywanej dopuszczalnej prędkości pojazdów.

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

(4) Cienkie warstwy na zimno stosuje się do:

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

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

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

(7) Zabieg remontowy w postaci ułożenia cienkiej warstwy na zimno wykonuje się w celu:

- a) przywrócenia nawierzchni szorstkości oraz jednolitego wyglądu i makrotekstury,
- b) uszczelnienia i zabezpieczenia nawierzchni przed wnikaniem wody,
- c) doraźnej poprawy równości poprzecznej zdeformowanej nawierzchni.

(8) Technologia cienkiej warstwy na zimno polega na wytworzeniu i wbudowaniu w miejscu przeznaczenia mieszanki składającej się z kruszywa mineralnego, emulsji asfaltowej, cementu, wody z ewentualnymi dodatkami.

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

(10) 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 0,2 kg/m².

(11) 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.

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

4.5. Cienka warstwa na gorąco

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

(2) Technologia cienkiej warstwy na gorąco polega na ułożeniu warstwy wierzchniej nawierzchni o grubości od 1,5 cm do 3,0 cm w zależności od wymiaru D zastosowanego kruszywa.

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

(4) Cienkie warstwy na gorąco stosuje się do:

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

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

(6) Podczas stosowania tej technologii nie występuje ubytek kruszywa co chroni pieszych oraz pojazdy przed luźnym kruszywem. Technologia ta jest szczególnie zalecana do wykonywania warstw ścieralnych nawierzchni o ruchu ciężkim i nawierzchni ulic w miastach. Cienka warstwa na gorąco możliwa jest do stosowania w miejscach o ograniczonej grubości nowej warstwy np. ulice miast, nawierzchnie na obiektach mostowych, nawierzchnie dróg pod wiaduktami. Przy zapewnieniu odpowiedniej spójności mieszanki i po odpowiednim przygotowaniu podłoża, technologię tą można stosować bezpośrednio na płytach betonowych oraz nawierzchniach z kostki brukowej lub kamiennej z perspektywą przyszłej przebudowy.

(7) Zabieg ułożenia cienkiej warstwy na gorąco wykonuje się w celu:

- a) przywrócenia nawierzchni szorstkości oraz jednolitego wyglądu i makrotekstury,
- b) wytworzenia nowej i jednorodnej warstwy ścieralnej.

(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 należy stosować 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) beton asfaltowy do cienkich warstw: BBTM 5, BBTM 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 należy zachować zasadę mówiącą, że grubość warstwy musi być co najmniej 2,5-krotnie większa od wymiaru D kruszywa danej mieszanki ($h \geq 2,5D$). Zazwyczaj grubość warstwy wynosi od 1,5 cm do 3,0 cm.

(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 0,2-0,3 kg/m², w przypadku mocno zniszczonych i spękanych powierzchni można zastosować spryskanie emulsją asfaltową modyfikowaną lub lepiszczem asfaltowym na gorąco w ilości 0,3-0,4 kg/m². 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.

4.6. Frezowanie nawierzchni

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

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

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

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

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

4.6.1. Frezowanie nawierzchni jako samodzielny zabieg

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

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

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

4.6.2. Frezowanie nawierzchni jako element innych zabiegów

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

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

(3) Frezowanie można prowadzić selektywnie lub całościowo.

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

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



Rys. 4.6.2.1. Przykład frezowania nawierzchni na całej powierzchni

4.7. Wymiana warstwy nawierzchni

(1) Wymianę warstwy lub warstw nawierzchni stosuje się w celu przywrócenia nawierzchni do stanu pierwotnego, poprawy równości poprzecznej nawierzchni lub podczas przebudowy nawierzchni drogowej w celu jej wzmocnienia.

(2) Zakres wymiany warstwy lub warstw nawierzchni powinny być określone w dokumentacji i wynikać ze stanu istniejącego nawierzchni oraz jej funkcji i przeznaczenia. W przypadku przebudowy nawierzchni w celu jej wzmocnienia, grubość nowych warstw oraz materiały do ich wykonania powinny być dostosowane do istniejącego i przewidywanego obciążenia ruchem pojazdów.

(3) Usunięcie istniejącej warstwy lub warstw nawierzchni drogowej wykonuje się metodą frezowania, dopuszcza się inne metody rozbiórki nie ingerujące w stan warstw leżących poniżej. Powierzchnię nawierzchni po frezowaniu należy oczyścić z luźnego materiału. Wykonanie nowych warstw należy wykonać zgodnie z obowiązującymi normami i dokumentami takimi jak wytyczne techniczne lub specyfikacje techniczne.

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

(5) Jeżeli usuwana warstwa nawierzchni poprzez frezowanie jest jednorodna, a jedynie uległa degradacji (np. spękania, deformacje) lub nie spełnia wymagań (np. niewystarczające zagęszczenie, nieodpowiednia ilość lepiszcza) zaleca się powtórne wykorzystanie sfrezowanego materiału w technologii recyklingu. W przypadku niejednorodnych warstw, dopuszcza się zastosowanie odpowiednich zabiegów technicznych mających na celu ujednorodnienie materiału pozyskanego z rozbiórki w celu ich dalszej przydatności do recyklingu.

4.7.1. Wymiana warstwy ścieralnej z mieszanek zamkniętych

(1) Pod pojęciem mieszanek zamkniętych rozumie się mieszanki mineralno-asfaltowe o projektowanej w badaniu typu zawartości wolnej przestrzeni $\leq 4\%$ najczęściej typu beton asfaltowy (AC), mastyks grysowy (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 wytycznych technicznych lub specyfikacjach technicznych. Mieszanki mineralno-asfaltowe należy stosować zgodnie z deklarowaną przydatnością do przewidywanego zastosowania. Dopuszcza się stosowanie materiału z recyklingu nawierzchni asfaltowych (np. granulatu asfaltowego lub destruktu asfaltowego po ich uprzednim zakwalifikowaniu). Warstwa ścieralna nie stanowi ograniczenia do stosowania materiału z recyklingu.

(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. Można zaniechać lub ograniczyć stosowanie emulsji lub asfaltu na gorąco jeżeli stosuje się technologię układania mieszanek mineralno-asfaltowych gorące na gorąco lub układa się warstwę z asfaltu lanego.

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

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

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

4.7.2. Wymiana warstwy ścieralnej z mieszanek półotwartych i otwartych

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

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

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

(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 oczyszczonej z luźnego materiału warstwę nanosi się warstwę emulsji asfaltowej lub lepiszcza asfaltowego na gorąco w ilości od 2 do 3 kg/m² z posypaniem kruszywem otoczonym lepiszczem w ilości od 5 do 10 kg/m². Dopuszcza się stosowanie jako uszczelnienie materiały hydroizolacyjne. Optymalną ilość materiału oraz technologię wykonania uszczelniania należy ustalić na odcinku próbnym układania mieszanki mineralno-asfaltowej. Warstwę uszczelniającą należy chronić przed uszkodzeniem, w szczególności od ruchu technologicznego.

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

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

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

4.7.3. Wymiana niższych warstw nawierzchni drogowej

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

(2) Uzyskanie wymaganej trwałości nawierzchni jest uzależnione od zapewnienia połączenia między układanymi warstwami oraz ich współpracy w przenoszeniu obciążeń nawierzchni wywołanych ruchem pojazdów. Zapewnienie połączenia międzywarstwowego wymaga

starannego przygotowania podłoża, na którym będą układane kolejne warstwy asfaltowe. W tym celu na oczyszczonej 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. 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.

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

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

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

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

4.8. Naprawy pęknięć

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

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

4.8.1. Naprawa i wypełnianie pęknięć metodą pasmową

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

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

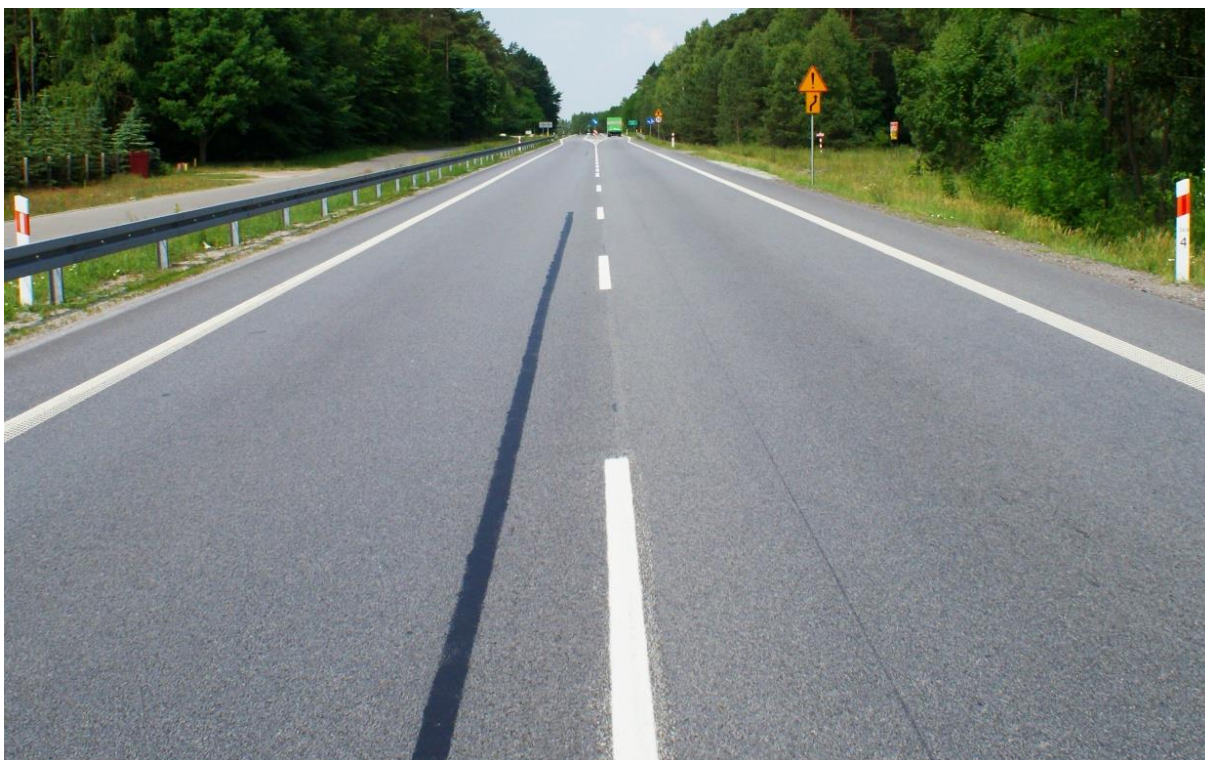
a) Wypełnienie pęknięcia metodą pasmową bez rozfrezowania



b) Wypełnienie pęknięcia metodą pasmową z rozfrezowaniem



Rys. 4.8.1.1. Schemat wypełniania pęknięć metodą pasmową



Rys. 4.8.1.2. Przykład wypełnienia pęknięcia metodą pasmową bez rozfrezowania

(3) Wypełnienie pęknięć metodą pasmową stosuje się w celu:

- a) tymczasowej naprawy pojedynczych pęknięć o szerokości rozwarcia rysy do 35 mm (metoda bez frezowania),
- b) naprawy pojedynczych pęknięć o szerokości rozwarcia rysy do 50 mm (metoda z frezowaniem),
- c) zabezpieczenia nawierzchni przed postępującą degradacją,
- d) zabezpieczenia niższych warstw nawierzchni przed wnikaniem wody.

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

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

(6) Jeżeli pęknięcia są głębokie, a w szczelinie widoczne jest rozluźnienie materiału, 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

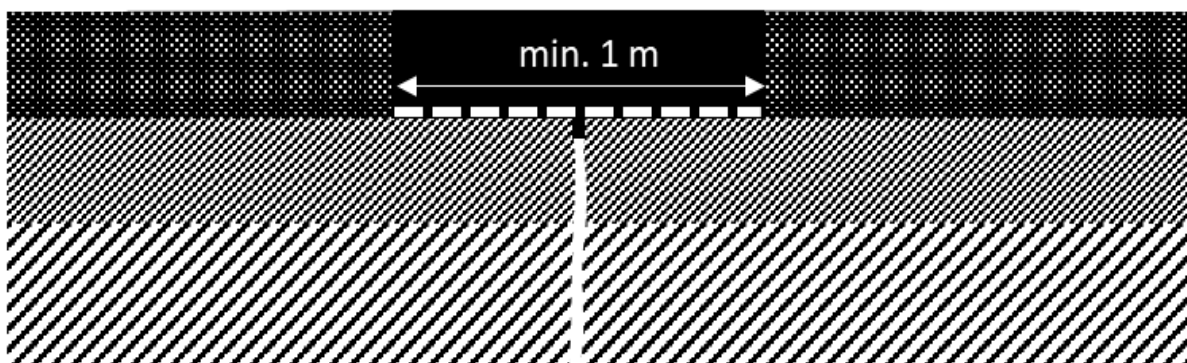
nawierzchni w obrębie spękania oraz rozluźnieniu i wypłukaniu warstw niższych, zaleca się wykonanie iniekcji i wytworzenie podparcia obydwu krańców nawierzchni w obrębie spękania.

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

Rodzaj pęknięcia	Zabiegi naprawcze
o szerokości ≤ 3 mm	Powierzchnię pęknięcia należy oczyścić mechanicznie na całej długości Wzdłuż pęknięcia nanosi się asfaltową emulsję kationową tak żeby zapewnić wypełnienie pęknięcia Powierzchnię naprawianego spękania w miejscu aplikacji emulsji asfaltowej posypuje się czystym i suchym kruszywem drobnym o maksymalnym uziarnieniu do 4 mm
o szerokości >3 mm i ≤ 6 mm	Powierzchnię pęknięcia należy oczyścić mechanicznie na całej długości oraz dodatkowo rozwarć rysy czyści się powietrzem pod wysokim ciśnieniem Pęknięcie wypełnia się asfaltową masą zalewową na gorąco lub emulsyjną masą zalewową na zimno. Niezależnie od technologii 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 4 mm
o szerokości >6 mm i ≤ 35 mm	Powierzchnię pęknięcia należy oczyścić mechanicznie na całej długości oraz dodatkowo rozwarć rysy czyści się powietrzem pod wysokim ciśnieniem. Alternatywnie prostoliniowe i zanieczyszczone pęknięcie można rozfryzować i oczyścić sprężonym powietrzem Zaleca się miejscowe podgrzanie oczyszczonej szczeliny w celu zmiękczenia asfaltu i zapewnienia dobrego połączenia z asfaltowym materiałem naprawczym. Alternatywnie ścianki rozwartej i oczyszczonej szczeliny można zagruntować gruntem kompatybilnym ze środkiem naprawczym Pęknięcie wypełnia się asfaltową masą zalewową na gorąco, najkorzystniej modyfikowaną polimerem. 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 >6 mm i ≤ 50 mm lub poprzeczne przebiegające w poprzek całej jezdni lub długie spękania prostoliniowe >5 mb biegnące wzdłuż osi jezdni	Wzdłuż pęknięcia wyfrezować pasmo na szerokość od 20 do 50 cm Powierzchnię pęknięcia należy oczyścić mechanicznie na całej długości oraz dodatkowo rozwarć rysy czyści się powietrzem pod wysokim ciśnieniem Zaleca się miejscowe podgrzanie oczyszczonej szczeliny w celu zmiękczenia asfaltu i zapewnienia dobrego połączenia z asfaltowym materiałem naprawczym. Ścianki wyfrezowanej nawierzchni należy zagruntować gruntem kompatybilnym ze środkiem naprawczym (np. emulsja asfaltowa, lepiszcze asfaltowe na gorąco itp.) Pęknięcie wypełnia się asfaltową masą zalewową na gorąco, najkorzystniej modyfikowaną polimerem. Należy zapewnić dobre złączenie materiału naprawczego z powierzchnią rozwartej szczeliny Na krawędziach wyfrezowanej przestrzeni układa się taśmy topliwe w celu uszczelnienia połączenia, a wyfrezowaną i zagruntowaną (skropioną) przestrzeń wypełnia się mieszanką mineralno-asfaltową

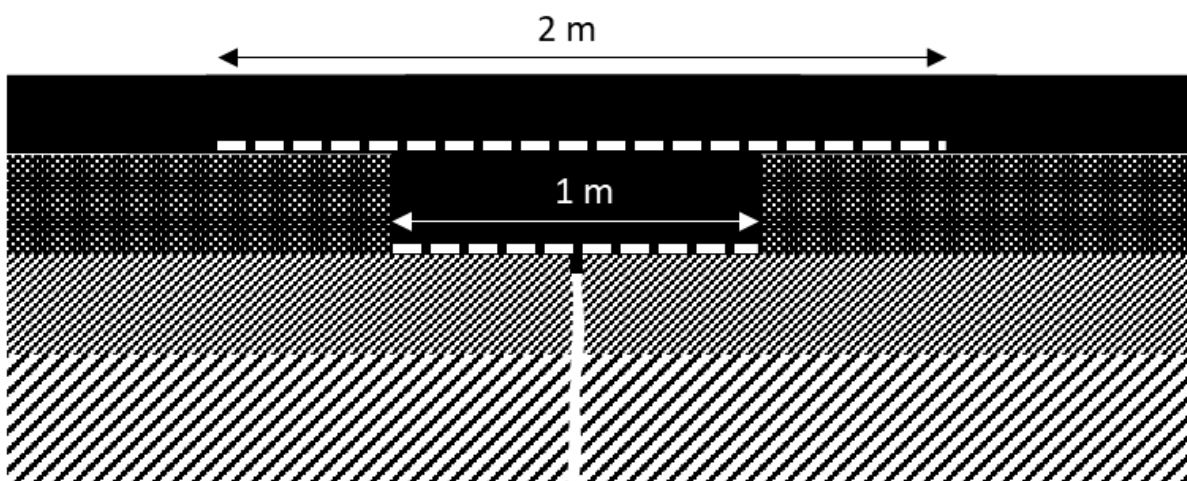
4.8.2. Naprawa spękania poprzecznego z wykorzystaniem geosyntetyków

(1) Naprawę spękań poprzecznych nawierzchni drogowej, które powstały wskutek spękań termicznych lub jako spękania odbite od sztywnej podbudowy, można wykonać metodą płytką z zastosowaniem geosiatek ułożonych w lokalnie wyfrezowanym pasie warstwy ścieralnej. Tego typu naprawa służy głównie do opóźnienia przenoszenia się spękania z warstw niższych na warstwę ścieralną oraz zakłada dobre warunki podparcia całej konstrukcji nawierzchni (rys. 4.8.2.1).



Rys. 4.8.2.1. Naprawa płytki z zastosowaniem geosyntetyków

(2) Jeżeli przewidziano układanie nowej warstwy ścieralnej na naprawianej nawierzchni, zasada wykonania naprawy jest identyczna jak powyżej, z tym, że pod warstwę ścieralną zaleca się ułożenie dodatkowej siatki o szerokości dwukrotnie szerszej niż wypełnienie mieszanką mineralno-asfaltową poniższe wypełnienie (rys. 4.8.2.2).



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

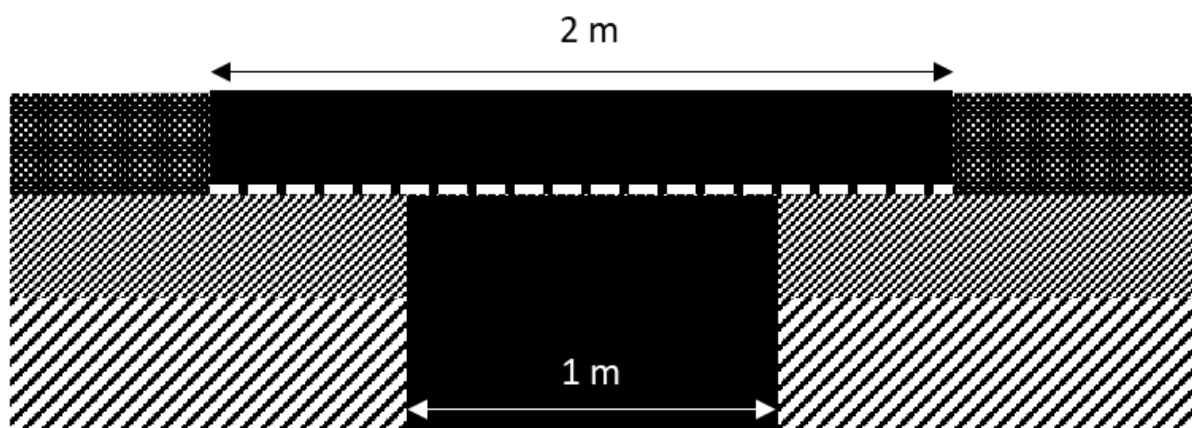
(3) W obydwu przypadkach (rys. 4.8.2.1 i 4.8.2.2) spękanie należy oczyścić i uszczelnić zgodnie z zasadami stosowanymi w metodzie naprawy pęknięć.

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

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

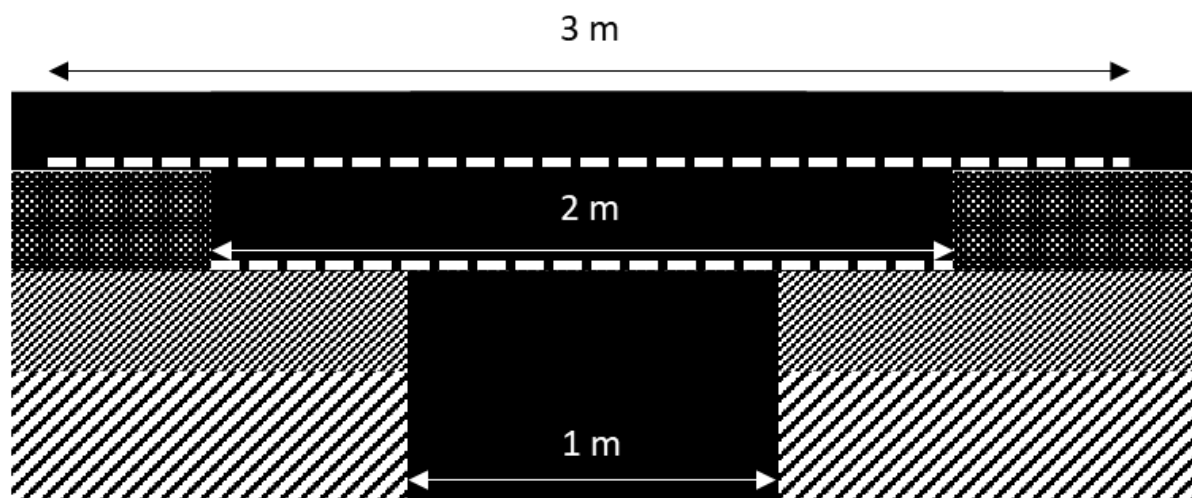
(6) Wyfrezowany pas o szerokości 1,0 m wypełnia się i zagęszcza odpowiednią mieszanką mineralno-asfaltową zgodnie ze sztuką budowlaną. Ścianki wyfrezowanej nawierzchni należy zagruntować gruntem kompatybilnym z zastosowaną mieszanką mineralno-asfaltową (np. emulsja asfaltowa, lepiszcze asfaltowe na gorąco itp.). W pasie o szerokości 2,0 m układa się siatkę, a na krawędziach wyfrezowanej przestrzeni układa się taśmy topliwe w celu uszczelniania połączenia. Wyfrezowaną i zagruntowaną (skropioną) przestrzeń wypełnia się

mieszkanką mineralno-asfaltową takiego samego rodzaju jak na pozostałej części nawierzchni. Wypełnienie z mieszanki mineralno-asfaltowej zagęszcza się walcem drogowym. Powierzchnię uszczelnienia posypuje się czystym i suchym kruszywem drobnym o maksymalnym uziarnieniu do 4 mm (rys. 4.8.2.3).



Rys. 4.8.2.3. Naprawa głęboka z zastosowaniem geosyntetyków

(7) Jeżeli przewidziano układanie nowej warstwy ścieralnej na naprawianej nawierzchni metodą głęboką, zasada wykonania naprawy jest identyczna jak powyżej, z tym, że pod warstwę ścieralną zaleca się ułożenie dodatkowej siatki o szerokości o 1,0 m większej niż poniższe wypełnienie mieszanką mineralno-asfaltową (rys. 4.8.2.4).



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

4.9. Remixing warstw nawierzchni

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

- (2) Zabieg remontowy w postaci remixingu wykonuje się w celu:
- przywrócenia zdeformowanej warstwie ścieralnej pierwotnego profilu,
 - odtworzenia zdegradowanej warstwy ścieralnej z wykorzystaniem istniejącego materiału,
 - przetworzenia warstwy ścieralnej w warstwę wiążącą.

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

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

4.9.1. Technologia remixingu

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

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

4.9.2. Technologia remixingu plus

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

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

(3) Jako wierzchnią warstwę dodatkową układa się mieszankę z betonu asfaltowego lub mieszankę SMA z przeznaczeniem do warstwy ścieralnej.

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

5.1. Wprowadzenie

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

(2) Przedstawiono następujące technologie remontowe:

- a) frezowanie (Diamond grinding),
- b) rowkowanie (Grooving),
- c) zszywanie,
- d) wymiana płyt,
- e) wymiana dybli/kotew,
- f) wyrównanie poziomu i stabilizacja płyt,
- g) uszczelnienie pęknięć, uzupełnienie złuszczeń i ubytków, wymiana fragmentu płyty, frezowanie głębokie,
- h) wymiana wypełnień w szczelinach,
- i) uszczelnienie szczelin,
- j) śrutowanie nawierzchni,
- k) frezowanie głębokie.

5.2. Frezowanie (Diamond grinding)

(1) Zabieg frezowania (Diamond grinding) stosuje się do likwidacji nierówności powierzchni typu koleiny, nierówności płyt z powodu odkształcalności podłużnej płyt oraz w przypadku likwidacji uskoków płyt.

(2) Zabieg pozwala na likwidację nierówności od 3 do 20 mm. Zabieg ten może być również wykorzystywany do poprawy współczynnika tarcia.

(3) Do wykonania zabiegu wymagana jest specjalistyczna maszyna wyposażona w wał roboczy, na którym osadzone diamentowe elementy tnące. Odstępy pomiędzy elementami wynoszą ok. 2,5 mm, a przy miękkich kruszywach typu wapień mogą wynosić 3,5 mm. Maszyna posiada regulację głębokości cięcia i może być wyposażona w system odsysania drobin betonu powstających w procesie szlifowania. Na rys. 5.2.1, 5.2.2 i 5.2.3 pokazano przykład zabiegu grindingu oraz widok nawierzchni po likwidacji uskoków płyt.



Rys. 5.2.1. Widok urządzenia do frezowania nawierzchni



Rys. 5.2.2. Widok nawierzchni po frezowaniu (*Diamond grinding*)



Rys. 5.2.3. Wał roboczy oraz sposób realizacji zabiegu *Diamond grinding* na nawierzchni

5.3. Rowkowanie (Grooving)

(1) Zabieg ten stosuje się wraz z frezowaniem *Diamond grinding* w przypadku znacznego wypolerowania nawierzchni, gdy współczynnik tarcia jest mniejszy od 0,28.

(2) Ideą *Groovingu* jest rowkowanie nawierzchni pozwalające na polepszenie warunków odprowadzenia wody. Wykonuje się równoległe do kierunku jazdy nacięcia o rozstawie najczęściej 19 mm (rys. 5.3.4).



Rys. 5.3.4. Widok nawierzchni po rowkowaniu (Grooving)

(3) Do wykonania zabiegu wymagana jest specjalistyczna maszyna wyposażona w wał roboczy, na którym osadzone są diamentowe tarcze tnące, odseparowane od siebie specjalnymi przekładkami dystansowymi. Dobierając liczbę i szerokość zastosowanych tarcz tnących oraz przekładek możliwe jest uzyskanie odpowiedniego rozstawu rowków w nawierzchni. Maszyna do wykonywania Groovingu posiada regulację głębokości cięcia i może być wyposażona w system odsysania drobin betonu powstających w procesie rowkowania.

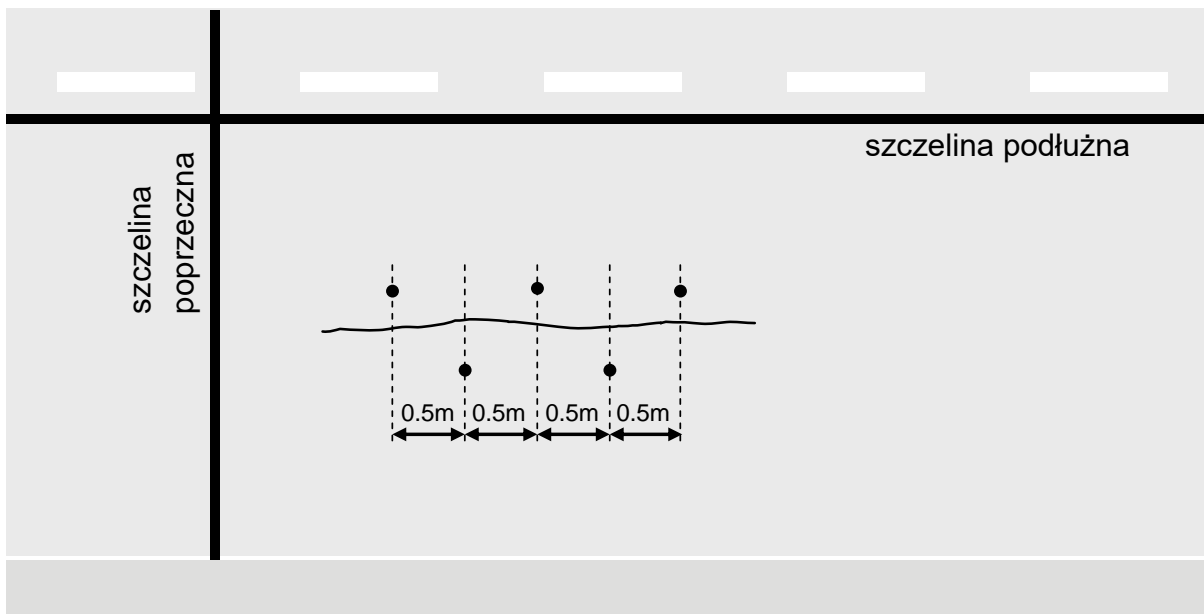
5.4. Zszywanie

(1) Zszywanie stosuje się, gdy długość pęknięć podłużnych i ukośnych przekracza 2,0 m. Zabieg ten pozwala na ograniczenie przemieszczeń pionowych (klawiszowanie) i poziomych krawędzi fragmentów konstrukcji rozdzielonych pęknięciem. Stosuje się go także przy pękniętych narożach, gdy powierzchnia odłamania przekracza 0,5 m².

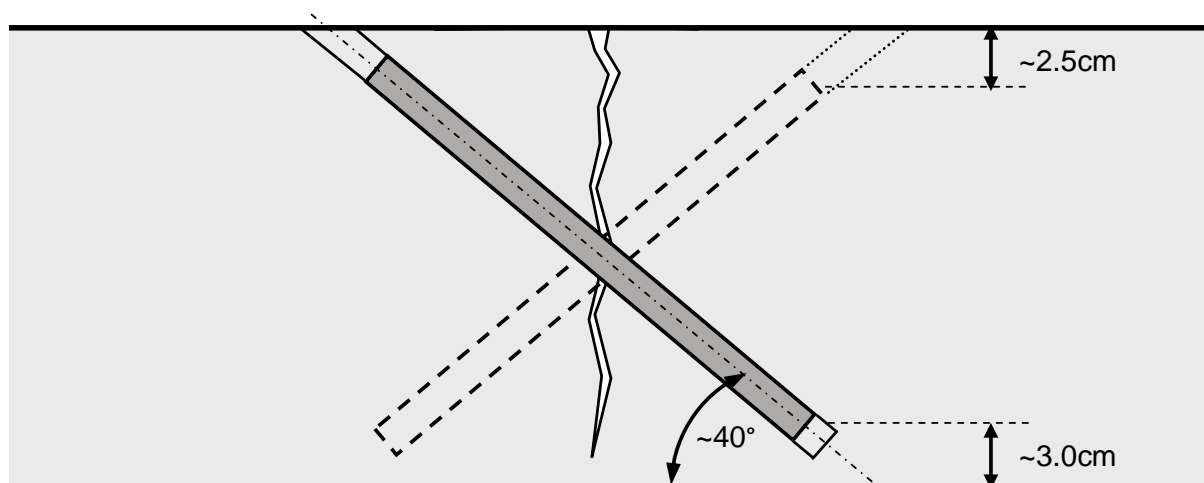
(2) Zszywanie z zastosowaniem prętów (kotew) można najlepiej przeprowadzić z ułożeniem ich pod różnymi kątami lub też w układzie diagonalnym („X”) w celu uzyskania założeń projektowych zapewniających zapewnienie współpracy płyty w pęknięciach. Dobór kąta powinien być uzależniony od grubości płyty oraz odległości od pęknięcia do otworu. Po wykonaniu ustalonych otworów wprowadza się elementy stalowe zostawiając rezerwę na wypełnienie od góry otworów.

(3) Najczęściej wprowadza się kotwy zbrojeniowe średnicy 16 mm w odwiercone otwory pod zadany kąt, np. 40°, naprzemianlegle po dwóch stronach pęknięcia, tak aby oś kotwy przechodziła jak najbliżej środka geometrycznego pęknięcia. Kotwa jest oddalona od szczeliny podłużnej o ok. 0,500 m i zagłębiona w płycie ok. 0,025 m od górnej powierzchni i ok. 0,030 m od dolnej powierzchni płyty. Kotwy rozmieszczone są naprzemiennie w stosunku do pęknięcia w odległości co 1,0 m i oddalone od krawędzi płyt o ok. 0,5 m.

(4) Na rys. 5.4.1 pokazano schemat rozmieszczenia kotew w planie. Na rys. 5.4.2 pokazano przekrój poprzeczny płyty i zaproponowanego rozwiązania.



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



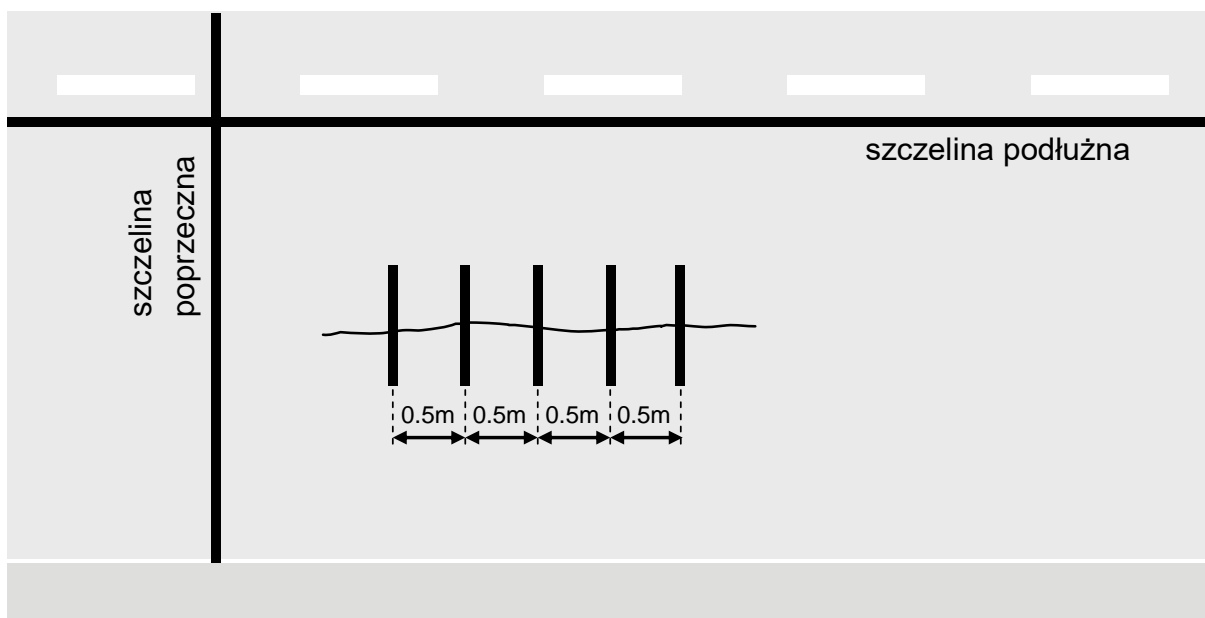
Rys. 5.4.2. Przekrój poprzeczny rozmieszczenia kotew (w układzie ukośnym)

(5) Przed przystąpieniem do prac należy przeprowadzić dobór sprzętu do wykonania otworów w tym również dobór wiertła (długości). Proponuje się wykorzystanie młotowiertarek udarowych elektrycznych lub wiertnicy pneumatycznej zamontowanej na prowadnicy-ramie, umożliwiającej ustawienie wiertła pod odpowiednim kątem. Do robót przygotowawczych można zaliczyć przygotowanie kotew (prętów żebrowanych na długość około 37 cm) oraz oznaczenie na wiertłach za pomocą kolorowej taśmy lub farby maksymalnej głębokości pograżania.

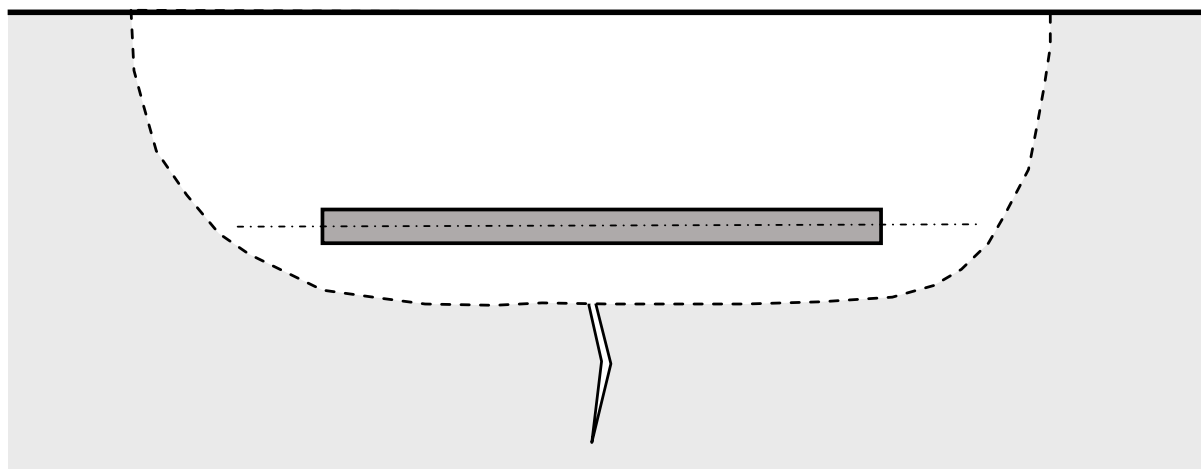
(6) W dalszym etapie konieczne jest oznaczenie miejsc wierceń zgodnie z założonym schematem. Następnie należy wykonać otwory pilotażowe (jeżeli próba technologiczna wykaże taką potrzebę). Następnie otwory wywierca się na docelową głębokość. Dla prętów żebrowanych, zgodnie z zaleceniami producentów systemów iniekcyjnych, należy zastosować odpowiednie wiertła dla głębokości otworu długości roboczej.

(7) Po wywierceniu należy oczyścić otwór przy pomocy sprężonego powietrza, a następnie wprowadzić pręt wraz z masą kotwiącą, która podawana jest najczęściej przy pomocy pistoletu systemowego wyposażonego w automatyczny mieszalnik dozujący składniki ze stałą proporcją. Należy także dokonać wypełnienia otworu po kotwie na górnej powierzchni. Proponuje się wypełniać żywicami z zastosowaniem kruszywa jak dla górnej powierzchni płyty w celu zapewnienia jednorodności powierzchni. Podobną technologię można wykorzystać do uszczelnienia zszywanego pęknięcia. Uszczelnienie pęknięcia możliwe jest również za pomocą masy zalewowej.

(8) Inna możliwość naprawy polega na wycięciu prostopadle do pęknięć bruzd (rys. 5.4.3), najlepiej o przekroju pokazanym na rys. 5.4.4, w które na zaprawie lub kleju żywicznym wprowadza się pręty zszywające. Wnętrze bruzd, muszą być czyste i wolne od resztek luźnych fragmentów betonu. Rozstaw bruzd, ich długość oraz średnice prętów zbrojeniowych należy określić w projekcie naprawy (najczęściej stosuje się rozstaw 0,5 m). W wypadku stosowania grubych średnic prętów zszywających (powyżej 25 mm) można je dodatkowo zakotwić prętami wklejanymi na żywicach epoksydowych. Zabieg zszywania pęknięć można połączyć z iniekcją pęknięcia, które propagowało przez całą grubość płyty.



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



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

(9) Kolejny sposób naprawy polega na zastosowaniu siatki zbrojeniowej dostosowanej do wymagań projektowych. Bruzdę wykonuje się przez nacięcie krawędzi piłą diamentową lub szlifierką kątową, a następnie mechaniczne usunięcie fragmentu betonu między nacięciami.

(10) Szerokość bruzdy po obu stronach pęknięcia powinna wynosić co najmniej 200 mm. Głębokość bruzdy powinna wynosić około 1/3 grubości płyty i nie mniej niż 50 mm. Po wykonaniu bruzdy jej powierzchnię należy oczyścić z luźnych fragmentów betonu. Na spodzie bruzdy należy osadzić siatkę zbrojeniową. Siatkę należy mocować w betonie za pomocą kotew wklejanych lub kołków rozporowych. Bruzdę z siatką należy obficie zwilżyć wodą, a następnie wypełnić betonem zgodnym z założeniami projektowymi (np. niskoskurczowym modyfikowanym betonem lub z dodatkiem włókien zbrojenia rozproszonego).

5.5. Wymiana płyt

(1) Zabieg ten należy zastosować, w przypadku znacznych pęknięć blokowych i uszkodzeń powierzchniowych (m. in. pęknięcia, wyboje, ubytki, lejki, złuszczenia, wykruszenia), dla których powierzchnia przekracza 23%/sekcja 10 m). Wymianę płyt należy także zastosować w przypadku znacznych uszkodzeń szczelin w obszarze łączenia płyt (suma uszkodzeń $\geq 8\text{m}$ /sekcja 10 m) lub też uszkodzeń nawierzchni z powodu nieprawidłowego ułożenia dybli i kotew ($\geq 23\%$ sztuk/sekcja 10 m).

(2) W pierwszym etapie zabiegu należy dokonać rozkruszenia (skuwania) uszkodzonej płyty w celu jej łatwiejszego demontażu. Czynności należy wykonać tak, aby nie uszkodzić sąsiednich płyt.

(3) Po usunięciu (najczęściej ręcznym) betonowych elementów płyty należy, w zależności od występowania połączeń dublowanych, usunąć (wyciąć z sąsiednich płyt) dyble (można je także wyciąć wcześniej, przed rozkruszaniem płyty). Ponadto należy usunąć stare wypełnienia szczelin i je dokładnie oczyścić.

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

(5) Wprowadzenie 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, (rys. 5.5.1)) lub też wylewając i zagęszczając nową mieszankę betonową szybkowiązującą dostosowaną parametrami do wymagań projektowych (rys. 5.5.2). W tym przypadku należy na koniec dokonać teksturowania powierzchni oraz jej pielęgnacji. W obu przypadkach w nawiązaniu do dokumentacji projektowej należy uwzględnić osadzenie odpowiedniej liczby dybli, kotew oraz odtworzenie i wypełnienie szczelin.

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



Rys. 5.5.1. Zabieg wymiany płyt na prefabrykowane



Rys. 5.5.2. Wymiana płyt na mokro

5.6. Wymiana dybli/kotew

(1) Zabieg wymiany dybli/kotew stosuje się w przypadku nieprawidłowego ich ułożenia, korozji, w zakresie ich uszkodzeń do 23% sztuk/sekcja 10 m. Ten typ uszkodzenia może ograniczać współpracę płyt i powodować dalszą degradację płyty w postaci innych uszkodzeń.

(2) W pierwszym etapie należy dokonać identyfikacji lokalizacji dybli/kotew (najczęściej za pomocą urządzeń pomiarowych do bezinwazyjnej kontroli pozycji).

(3) Następnie po oznaczeniu obszarów nawierzchni dokonuje się regularnego wycięcia powierzchni płyty betonowej, ewentualnie wykucia dybli lub kotew. Zaleca się stosowanie dwóch tarcz diamentowych tworzących dwie równoległe płaszczyzny cięcia w nawierzchni dla każdego gniazda na dyble/kotwy. Ważne jest, aby gniazda były prostopadłe do szczeliny oraz posiadały zalecaną głębokość dostosowaną do grubości płyty.

(4) Po wykonaniu cięć, stosując lekkie młoty pneumatyczne (poniżej 14 kg) lub narzędzia ręczne, należy usunąć beton z każdego gniazda. Układając pod kątem 45° końcówki dłuta można uzyskać płaską dolną powierzchnię gniazda. Po zakończeniu tej operacji szczeliny powinny być dokładnie piaskowane w celu usunięcia kurzu oraz uzyskania lekkiej chropowatości powierzchni, ułatwiającej przyszłe wiązanie. Po dokładnym oczyszczeniu gniazd sprężonym powietrzem należy uszczelnić sąsiednie obszary w szczelinie silikonowym uszczelniaczem. Zapobiega to wtargnięciu wszelkich zabrudzeń, które mogłyby spowodować ograniczenie pracy w szczelinie.

(5) Następnie należy wprowadzić pręty na specjalnych stabilizujących niekorodujących podpórkach. W przypadku dybli powinny na końcach należy zastosować elementy rozporowe, aby umożliwić dowolne zamknięcie połączenia po zamontowaniu dybla. Prawidłowe ustawienie dybli/kotew ma kluczowe znaczenie dla przyszłej skuteczności współpracy płyt. W tym celu można użyć pianek wypełniających umieszczonych maksymalnie w połowie długości dybla.

(6) W dalszym etapie wprowadza się materiał wypełniający (np. beton z dodatkiem polimerów) oraz zabrowuje się go tak, aby nie doszło do naruszenia położenia dybli/kotew (najlepiej od krawędzi otworu do środka).

(7) Na koniec dokonuje się teksturowania powierzchni oraz jej pielęgnacji. Po uzyskaniu wystarczającej wytrzymałości wypełnienia należy ponownie odtworzyć szczelinę oraz jej wypełnienie (rys. 5.6.1).



Rys. 5.6.1. Zabieg wymiany dybli

5.7. Wyrównanie poziomu i stabilizacja płyt

(1) W celu wyrównania i ustabilizowania podniesionych lub zapadniętych płyt (powyżej 15 mm), powodujących nierówności nawierzchni, można zastosować iniekcje ciśnieniowe na bazie żywic, polimerów lub spoiw hydraulicznych o dużej płynności z dodatkiem plastyfikatorów. Opóźnienie stosowania tego zabiegu może spowodować w konsekwencji obłamanie i zapadnięcie się naroży płyt betonowych, które są trudniejsze i kosztowniejsze do naprawienia.

(2) W fazie wstępnej należy dokonać oględzin i identyfikacji potencjalnych miejsc – pustych obszarów pod płytami. Najczęstsze miejsca, w których doszło do uszkodzeń to warstwy podbudowy, jednak należy mieć na uwadze także możliwość uszkodzenia i rozluźnienia struktury gruntu. W tym celu można przeprowadzić specjalistyczne badania nośności, ugięć lub badania georadarowe. Na tej podstawie można ocenić dobór ilościowy i jakościowy materiału iniekcyjnego, obliczyć głębokości iniekcji oraz zakładanej wytrzymałości.

(3) W dalszym etapie należy wykonać nawiercenia otworów (od 12-50 mm w rozstawie co 50-150 cm, w zależności od materiału iniekcyjnego oraz od zakresu zapadnięć) przez całą

grubość płyty. Schemat ułożenia punktów może być uzależniony od rodzaju gruntu, obciążenia, nośności oraz rodzaju materiału iniekcyjnego. Jego strefa oddziaływania wynosi najczęściej około 1 m. Następnie montuje się pakery iniekcyjne i wypełnia się kontrolując ułożenie płyt za pomocą urządzeń pomiarowych (np. niwelatorów, poziomicy lub łat). Po zakończeniu prac należy uszczelnić otwory iniekcyjne w nawierzchni i przeprowadzić badania i pomiary kontrolne.

(4) Pełne obciążenie nawierzchni po iniekcji cementowej jest możliwe po 24 godzinach od wykonania prac. W przypadku żywicy czas jest krótszy (po 30 min żywica syntetyczna osiąga 90% swojej końcowej twardości), a dla materiałów geopolimerowych czas ten wynosi 30-60 s. Po 15 min. od zakończenia iniekcji geopolimerów, nawierzchnia jest w stanie przenieść pełne robocze obciążenie. Prace z zastosowaniem geopolimerów można wykonywać przy temperaturze otoczenia wynoszącej od ok. -15°C do ok. 60°C . W przypadku doboru materiału iniekcyjnego należy uwzględnić wymaganą jego wytrzymałość, korzystając z danych i zaleceń producenta. Na rys. 5.7.1 pokazano technologię iniekcji za pomocą geopolimerów.



Rys. 5.7.1. Technologia iniekcji za pomocą geopolimerów na nawierzchni

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

5.8. Naprawy powierzchniowe

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

- a) pojedynczych pęknięć podłużnych i ukośnych o długości mniejszej niż 2 m,
- b) pęknięć poprzecznych przez całą szerokość płyty,
- c) pęknięć naroży (powierzchnia odłamania $<0,5\text{m}^2$ i szerokości pęknięcia $<6\text{ mm}$),
- d) pęknięć blokowych ($<23\%$ powierzchni/sekcja 10 m),
- e) uszkodzeń powierzchniowych (m. in. pęknięcia, wyboje, ubytki, lejki, złuszczenia, wykruszenia), dla których powierzchnia nie przekracza 23% /sekcja 10 m),
- f) uszkodzeń krawędzi płyt (suma uszkodzeń $<8\text{m}$ / sekcja 10 m).

(2) W przypadku większych uszkodzeń, tj. pęknięć naroży o powierzchni odłamania $<0,5\text{ m}^2$ i szerokości pęknięcia $\geq 6\text{ mm}$, należy zastosować wymianę płyt, natomiast dla uszkodzeń

powierzchniowych (m. in. pęknięcia, wyboje, ubytki, lejki, złuszczenia, wykruszenia), dla których powierzchnia przekracza 23%/sekcja 10 m, należy zastosować frezowanie głębokie.

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

5.8.1. Uszczelnianie pęknięć, uzupełnienie złuszczeń i ubytków

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

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

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

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

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

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

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

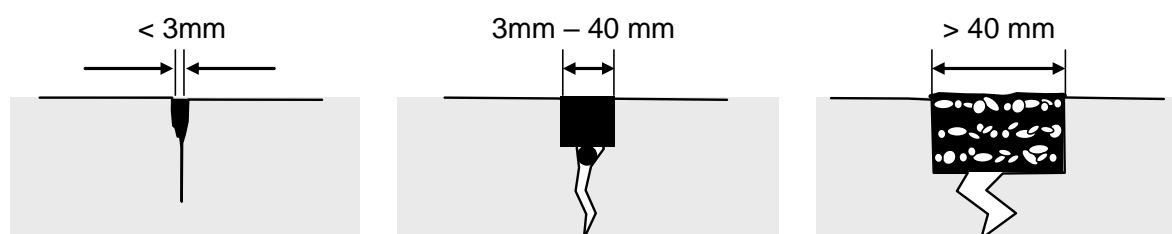
(8) Przygotowując zaprawę naprawczą, należy wymieszać spoiwo mieszadłem ręcznym lub mechanicznym w pojemniku (nie powodującym przywierania oraz reaktywności z zaprawą), aż do uzyskania jednorodnej masy, a następnie dodać utwardzacz, piasek i kruszywo łamane. Maksymalna ilość kruszywa do przygotowania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

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

(10) Przy dużych głębokościach pęknięć, dla których nie jest możliwe całkowite ich wypełnienie od górnej powierzchni nawierzchni, należy zastosować iniekcje cementowe pod ciśnieniem. W

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

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

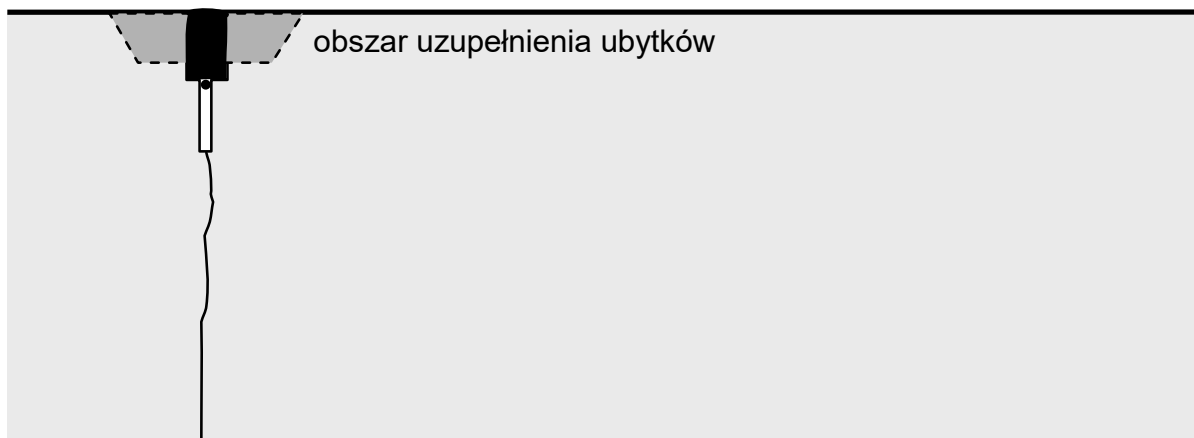
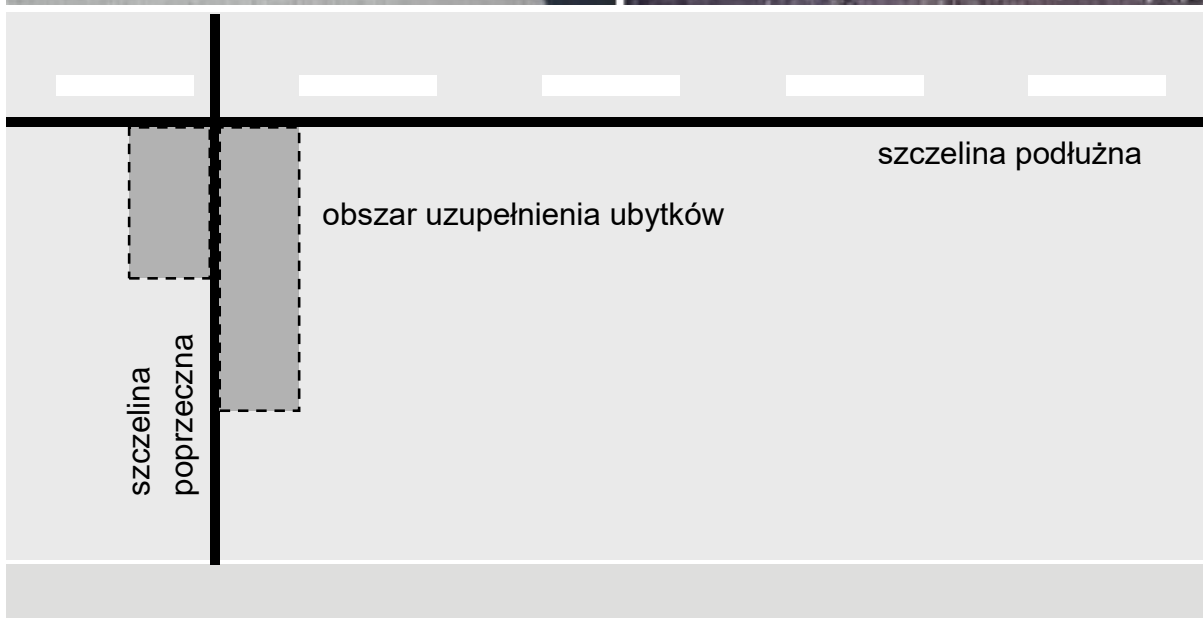


Rys. 5.8.1.1. Przykład uszczelniania i wypełniania pęknięć z zastosowaniem masy zalewowej na gorąco

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

(13) Zabieg można połączyć z wymianą wypełnień w szczelinie. Najczęściej do wypełnienia uszkodzonych krawędzi stosuje się zaprawę cementową modyfikowaną polimerem. W pierwszym etapie należy umocować w szczelinie wkładkę, najlepiej z mocnego styropianu, o szerokości równej rozwarości szczeliny i wysokości równej głębokości szczeliny. Następnie wciera się warstwę 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 należy zabezpieczyć naprawiany fragment przed nadmiernym wysychaniem, zgodnie ze wskazaniami producenta zaprawy. Po usunięciu wkładki, najlepiej szczotką mechaniczną z wirującym dyskiem z drutów stalowych należy oczyścić szczelinę z drobnych resztek i pyłów przy użyciu sprężarki ze sprężonym powietrzem.



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

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

(15) Stwardniała zaprawa powinna wykazywać się następującymi właściwościami:

a) wytrzymałość na ściskanie:

- po 2 godzinach – co najmniej 10 MPa,
- po 24 godzinach – co najmniej 25 MPa,
- po 28 dniach – co najmniej 50 MPa,

b) wytrzymałość na zginanie po 28 dniach – co najmniej 8 MPa.

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

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

5.8.2. Wymiana fragmentu płyty (frezowanie głębokie)

(1) W pierwszym etapie zabiegu należy dokonać rozkruszenia (skuwania) uszkodzonego fragmentu naroża płyty w celu łatwiejszego demontażu uszkodzonego materiału (rys. 5.8.2.1). Czynności należy wykonać tak, aby nie uszkodzić sąsiednich płyt. W przypadku pęknięcia w narożu najczęściej wymienia się fragment płyty na całej głębokości.



Rys. 5.8.2.1. Przykład wymiany fragmentu płyty przy narożu

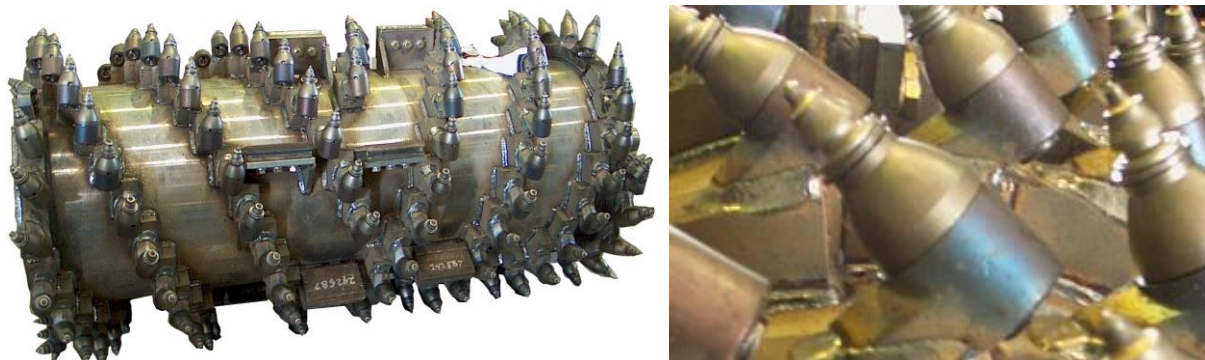
(2) Po usunięciu (najczęściej ręcznym) betonowych elementów płyty należy, w zależności od występowania połączeń dyblowanych (przy krawędzi) usunąć (wyciąć z sąsiednich płyt) dyble (można je także wyciąć wcześniej, przed rozkruszaniem płyty). Ponadto należy usunąć stare wypełnienia szczelin i je dokładnie oczyścić.

(3) Następnie w zależności od grubości nowej płyty przygotować warstwę podbudowy zachowując jej pochylenie i grubość na podstawie założeń projektowych oraz warstwę poślizgową, jeśli jest wymagana.

(4) Wprowadzenie nowego materiału płyty można przeprowadzić wylewając i zagęszczając nową mieszankę betonową (lub z dodatkiem polimerów) lub MMA dostosowaną parametrami do wymagań projektowych. W tym przypadku należy na koniec dokonać teksturowania powierzchni oraz jej pielęgnacji.

(5) W przypadku występowania dybli w nawiązaniu do dokumentacji projektowej należy odtworzyć osadzenie odpowiedniej liczby dybli, kotew oraz wypełnienie szczelin. Osadzenie dybli oraz wypełnienie szczelin stanowi odrębny zabieg opisane w innych akapitach niniejszego opracowania.

(6) W przypadku rozległych uszkodzeń powierzchniowych należy przeprowadzić zabieg frezowania głębokiego. Zabieg pozwala na usunięcie warstwy płyty betonowej na głębokości od 10 do 15 cm. Do wykonania zabiegu wymagana jest specjalistyczna maszyna wyposażona w wał roboczy, na którym osadzone są specjalne trzpienie frezujące. Maszyna posiada regulacje głębokości frezowania. Na rys. 5.8.2.2 pokazano przykład bębna frezującego.

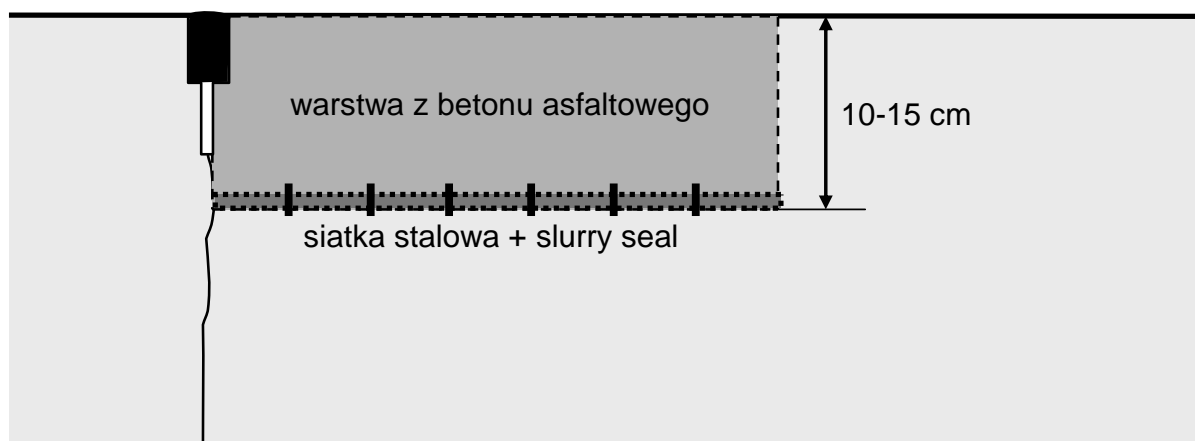
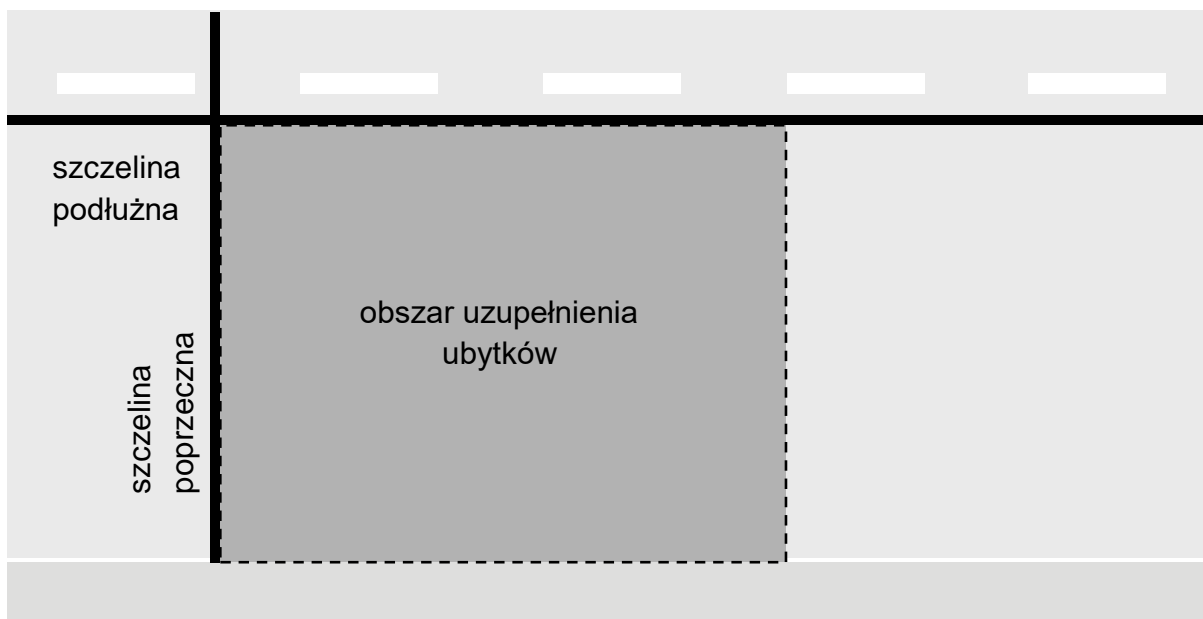


Rys. 5.8.2.2. Przykład bębna frezującego

(7) Po frezowaniu powierzchnię naprawianego obszaru, przed zastosowaniem materiału wypełniającego, należy starannie oczyścić z kurzu, brudu i innych zanieczyszczeń oraz starannie wysuszyć. W celu osuszenia pęknięć stosuje się lancę z gorącym powietrzem. Nie należy stosować wypełnień na wilgotnej powierzchni.

(8) W większości przypadków przy występowaniu ubytków wgłębnych należy je naciąć się piłą tarczową, oczyścić szczotką mechaniczną, a następnie przedmuchać sprężonym powietrzem i usunąć uszkodzony beton. Jako materiał wypełniający stosuje się najczęściej warstwę z betonu asfaltowego dostosowaną do wymagań projektowych związanych z obciążeniem. Taką warstwę należy ułożyć na przymocowanej do części płyty siatce stalowej z warstwą „slurry seal” (rys. 5.8.2.3).

(9) Dopuszczalne są inne materiały wypełniające zgodnie z założeniami projektowymi, jak np. beton z dodatkiem polimerów. W tym przypadku należy na koniec dokonać właściwego teksturowania powierzchni oraz jej pielęgnacji. W przypadku występowania w sąsiedztwie naprawianego obszaru należy odtworzyć wypełnienie szczelin. Zabieg ten stanowi odrębną technologię opisaną w innych akapitach niniejszego opracowania.



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

5.9. Wymiana wypełnień w szczelinach

- (1) Wymiana wypełnień może być przeprowadzona w szczelinach dla uszkodzeń o sumarycznej długości powyżej 8 m na sekcji 10 m.
- (2) Zabieg dotyczy wymiany masy zalewowej lub wkładek uszczelniających z tworzywa. Przed ich wymianą należy usunąć zniszczony materiał uszczelniający oraz oczyścić szczelinę. W tym celu można zastosować urządzenia do mechanicznego usuwania zużytego materiału uszczelniającego. W tym celu stosuje się sprzęt o różnych rozwiązaniach technicznych, np. noże wycinające, pługi szczelinowe itp.
- (3) Materiał wypełniający szczelinę kwalifikuje się do wymiany, jeśli nie spełnia wymagań szczelności, tj. zabezpieczenia przed przenikaniem wody w głąb nawierzchni oraz przed wnikaniem w szczelinę odłamków, które mogłyby utrudnić ruchy płyt i je uszkodzić. Wizualnym objawem braku szczelności jest popękane wypełnienie (masa lub wkładka) w szczelinie i nieprzyleganie masy lub wkładki do ścian szczeliny.
- (4) Usuwanie materiału ze szczeliny obejmuje jednocześnie zużytą masę lub wkładkę oraz sznur uszczelniający (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) Materiał usunięty ze szczelin należy czasowo składować w miejscach nie kolidujących z wykonywaniem robót i użytkowaniem nawierzchni, a następnie należy wywieźć na zaaprobowane miejsce stałego składowania odpadów.

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

(7) W zależności od stanu zanieczyszczenia szczeliny przy czyszczeniu szczeliny 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 „mleczka” cementowego powstającego podczas cięcia betonu. Zgodnie z wymogami przepisów o ochronie środowiska system utylizacji „mleczka” cementowego winien zapewniać separację cząstek stałych i pracę w obiegu zamkniętym wody używanej do chłodzenia tarcz tnących. Po oczyszczeniu tarczą szczelina zostaje poszerzona np. o 3-4 mm,
- b) wysuszenie szczeliny lancą gorącego powietrza lub przez pozostawienie do wyparowania na co najmniej 24 godziny. Lance gorącego powietrza powinny być zasilane sprężonym powietrzem o ciśnieniu od 0,4 do 0,6 MPa i wydajności gorącego powietrza o temperaturze od 100 do 250°C w ilości od 2,5 do 4,0 m³/min. Źródłem ciepła podgrzewającego sprężone powietrze jest wewnętrzny palnik zasilany płynnym gazem propan-butan,
- c) oczyszczenie wnętrza szczeliny z luźnych szczątków za pomocą rotacyjnej szczotki mechanicznej, dostosowanej do szerokości szczeliny, najlepiej z tarczą ze splatanego drutu. Tarcze powinny mieć średnicę co najmniej 180 mm i grubość dostosowaną do szerokości szczelin,
- d) wydmuchanie drobnych resztek ziaren oraz pyłów przy użyciu sprężarki oczyszczającej za pomocą sprężonego powietrza.

(8) Należy zwrócić uwagę, że w przypadku stwierdzenia obłamanych krawędzi szczelin należy przed zabiegiem wymiany wypełnień dokonać naprawy tych krawędzi.

(9) Wypełnienie szczeliny masą zalewową (rys. 5.9.1) należy wykonać stosując następujące etapy:

- a) wypełnić dolną część szczeliny sznurem uszczelniającym (kordem) wyprodukowanym ze spienionego materiału syntetycznego (na bazie kauczuku, polietylenu, poliuretanu itp.). Średnica zewnętrzna sznura powinna być stała. Dopuszcza się tolerancję średnicy +1 mm. Średnica sznura powinna być większa o ok. 25% od szerokości szczeliny. Zaleca się, aby pochodził on z jednego źródła dla całego wykonywanego zadania. Zaleca się, aby sznur uszczelniający z materiału syntetycznego posiadał twardość według metody Shore'a (skala „A”) od 15 do 25, wytrzymałość na zerwanie 0,5 N/mm² oraz w przypadku stosowania mas zalewowych na gorąco był odporny na temperaturę do 200°C. Dociskarka sznura uszczelniającego może być stosowana do wprowadzania sznura uszczelniającego w szczelinę i wciskania go na żądaną głębokość. Przy małym zakresie robót sznur można wprowadzać w szczelinę ręcznie, przy pomocy prostych pomocniczych przyborów,
- b) zagruntować boczne ścianki szczeliny gruntownikiem (jeśli wymaga tego producent masy zalewowej). W tym celu stosuje się wtryskarki z małą sprężarką lub zbiornikiem ciśnieniowym, zapewniające równomierne pokrycie ścianek cienką warstwą środka zwiększającego przyczepność zalewy do ścianek szczeliny. Gruntownik można także nanosić pędzlami,
- c) wprowadzić masę zalewową (rozgrzaną do stanu płynnego od 150 do 210°C w przypadku masy na gorąco) do szczeliny sprzętem mechanicznym lub ręcznie i ewentualnie posypać sytkim materiałem w celu szybkiego oddania do ruchu. Tą czynność należy zastosować przy uszczelnianiu masą na gorąco stosując suchy, drobnoziarnisty sytkim materiałem (np. niezbrylony cement lub suchą mączką

kamienną). Dla wysieciowania masy lub jej utwardzenia dopuszczenie nawierzchni do ruchu może nastąpić nie wcześniej niż 24 godziny po zakończeniu aplikacji masy zalewowej do szczelin.

(10) Przygotowanie szczeliny (w zakresie jej oczyszczenia) pod wymianę wkładek (profilu) uszczelniających z tworzywa należy wykonać analogicznie jak dla zabiegu opisanego dla masy zalewowej. Profile można wyjąć wyciągając je ze szczeliny za pomocą wbudowanego w nie drutu. Wkładanie powinno być realizowane z wykorzystaniem specjalistycznych urządzeń do wciskania oraz z zachowaniem odpowiedniego naciągnięcia profilu i osadzenia go na wymaganej głębokości w szczelinie. Niekiedy zachodzi konieczność zwiększenia wymiarów profili ze względu na poszerzenie szczeliny.



Rys. 5.9.1. Przykład zabiegów dotyczących wymiany wypełnień w szczelinach

5.10. Uszczelnienie szczelin

(1) Zabieg ten stosuje się gdy całkowita suma długości uszkodzonych wypełnień w szczelinie jest mniejsza niż 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 jaki i głębokości wypełnienia.

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

5.11. Śrutowanie nawierzchni

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

(2) Zabieg zaleca się stosować w przypadku, gdy wartość współczynnika tarcia nawierzchni betonowej zmniejszy się do 0,28.

(3) W wyniku ingerencji mechanicznej uzyskuje się zmianę kształtu kruszywa a zarazem poprawę szorstkości. Wytworzone na kruszywie dodatkowe nierówności mikrostrukturalne pozwalają na uzyskanie lepszej szczepności opon z nawierzchnią (możliwe jest osiągnięcie współczynnika tarcia na poziomie 0,40). 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 (rys. 5.11.1). 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 należy wykorzystać zamiatarkę w celu oczyszczenia nawierzchni oraz wózków magnesowych w celu zebrania pozostałości śrutu.

(5) Nawierzchnia przed zabiegiem powinna być w dobrym stanie technicznym (poprawy wymaga tylko jej parametr szorstkości). Nawierzchnia musi być czysta i sucha. Jeśli jest to konieczne, nawierzchnię należy wcześniej dokładnie pozamiatać. Plamy oleju i tłuszczu należy usunąć za

pomocą mieszaniny z detergentem, a następnie spłukać czystą wodą. Temperatura nawierzchni drogi powinna wynosić co najmniej 5°C, a wilgotność < 85%.



Rys. 5.11.1. Technologia śrutowania nawierzchni

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

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

(8) Aby nie powodować dużych utrudnień w ruchu drogowym wydajność musi być na poziomie 1 000-1 500 m²/h, co spowoduje, że nie zajdzie potrzeba zamknięcia ruchu drogowego.

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

6. Typowe rozwiązania technologiczne przy utrzymaniu poboczy

6.1. Wprowadzenie

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

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

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

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

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

6.2. Utrzymanie poboczy o nawierzchni twardej

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

6.3. Utrzymanie poboczy o nawierzchni gruntowej

(1) Zakres prac utrzymaniowych dla poboczy o nawierzchni gruntowej obejmuje:

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

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

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

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

- a) usunięcia z naprawianych powierzchni zanieczyszczeń takich jak: gałęzie, kamienie, liście, skoszenia trawy i chwastów, a w razie wykonywania ścinki

- poboczy, również pachółków bądź innych elementów, których usunięcie czasowe nie spowoduje zagrożenia dla bezpieczeństwa ruchu drogowego,
- b) wyznaczenia szerokości pobocza i ustalenia krawędzi korony drogi,
 - c) odwodnienia naprawianych powierzchni w przypadku stwierdzenia zastoisk wodnych, przez wykopanie rowków odwadniających,
 - d) spulchnienia powierzchni lub rozdrobnienia darniny w przypadkach niezbędnych przy wykonywaniu ścinki poboczy,
 - e) spulchnienia powierzchni poboczy na głębokość od 2 do 3 cm przy ich uzupełnianiu dla dobrego związania warstw,
 - f) spryskania wodą powierzchni naprawianych w przypadku nadmiernie suchego gruntu poboczy.

(5) Naprawa lokalnie uszkodzonych poboczy obejmuje:

- a) spulchnienie gruntu w miejscu naprawy,
- b) wypełnienie ubytków,
- c) wyrównanie naprawianych miejsc.

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

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

(7) Zawyżone pobocza należy poddać następującym zabiegom remontowym:

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

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

7. Typowe rozwiązania przy utrzymaniu urządzeń do odwodnienia

7.1. Wprowadzenie

(1) Utrzymanie urządzeń do odwodnienia w stałej drożności ma decydujące znaczenie dla właściwego utrzymania dróg, ich trwałości i zabezpieczenia przed degradacją. Czyszczenie drogowego urządzenia do odwodnienia dotyczy usuwania naniesionego materiału zanieczyszczającego w postaci piasku, namułu, błota, szlamu, liści, gałęzi, śmieci itp., utrudniającego prawidłowe funkcjonowanie tego urządzenia.

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

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

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

7.2. Czyszczenie i remonty urządzeń do odwodnienia

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

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

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

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

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

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

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

- a) szczotki mechaniczne, wiadra kanałowe, czyszczaki talerzowe, spirale kanałowe, szufle,
- b) zamiatarki samobieżne,
- c) sprężarki powietrza,
- d) zmywarko-zamiatarki,
- e) ładowarki czołowe, czerpakowe i inne,

- f) zbiorniki na wodę,
- g) wciągarki ręczne lub mechaniczne,
- h) pompy wysokociśnieniowe,
- i) samochody specjalne próżniowo-ssące do czyszczenia kanałów, studzienek, przepustów.

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

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

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

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

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

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

7.4. Odmulenie rowów

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

(2) W pracach związanych z odmulaniem rowów stosuje się następujący sprzęt:

- a) koparki,
- b) spycharki lemieszowe,
- c) równiarki samojezdne lub przyczepne,
- d) urządzenia kontrolno-pomiarowe,
- e) zagęszczarki płytowo wibracyjne.

(3) Namuł i nadmiar gruntu pochodzące z remontowanych rowów i skarp należy wywieźć poza pas drogowy.

