

SZCZEGÓŁÓWA SPECYFIKACJA TECHNICZNA

D- 04.10.01c

**RECYKLING GŁĘBOKI NA ZIMNO Z CEMENTEM.
- MIESZANKA MINERALNO-CEMENTOWA (MMC)**

SPIS TREŚCI**1. WSTĘP**

- 1.1. Przedmiot SST
- 1.2. Zakres stosowania SST
- 1.3. Zakres robót objętych SST
- 1.4. Określenia podstawowe
- 1.5. Ogólne wymagania dotyczące robót

2. MATERIAŁY

- 2.1. Ogólne wymagania dotyczące materiałów
- 2.2. Źródła materiałów
- 2.3. Destrukt
- 2.4. Kruszywo
- 2.5. Środki adhezyjne
- 2.6. Cement
- 2.7. Woda

3. SPRZĘT

- 3.1. Ogólne wymagania dotyczące sprzętu
- 3.2. Wymagania szczegółowe
- 3.3. Sprzęt do zagęszczenia warstwy podbudowy z mieszanki MMC

4. TRANSPORT

- 4.1. Ogólne wymagania dotyczące transportu
- 4.2. Transport materiałów
- 4.3. Transport cementu
- 4.4. Transport wody

5. WYKONANIE ROBÓT

- 5.1. Ogólne wymagania dotyczące wykonania robót
- 5.2. Warunki przystąpienia do robót
- 5.3. Przygotowanie podłoża
- 5.4. Badania istniejącej nawierzchni przed recyklingiem
- 5.5. Projektowanie składu mieszanki mineralno-cementowej z asfaltem spienionym (MMC)
 - 5.5.1. Wymagania ogólne
 - 5.5.2. Wymagania szczegółowe względem mieszanki mineralno-cementowej (MMC)
 - 5.5.3. Wymagania szczegółowe względem mieszanki MMC
 - 5.5.3.1. Warunki zagęszczania i pielęgnacji próbek
 - 5.5.3.2. Wytrzymałość pośrednie rozciąganie
 - 5.5.3.3. Odporność na oddziaływanie wody
 - 5.5.3.4. Stabilność wg Marshalla
 - 5.5.3.5. Odkształcenie wg Marshalla
 - 5.5.3.6. Wolna przestrzeń
 - 5.5.4. Procedura projektowania składu mieszanki MMC
 - 5.5.4.1. Rozpoznanie konstrukcji nawierzchni i właściwości warstw
 - 5.5.4.2. Przygotowanie próbek analitycznych i wykonanie badań związanych z opracowaniem recepty
- 5.6. Wykonanie recyklingu głębokiego na zimno metodą na miejscu
 - 5.6.1. Warunki atmosferyczne
 - 5.6.2. Rozłożenie materiału doziarniającego
 - 5.6.3. Rozłożenie cementu
 - 5.6.4. Frezowanie (spulchnienie) i mieszanie składników
 - 5.6.5. Profilowanie i zagęszczenie
 - 5.6.6. Odcinek próbny
 - 5.6.7. Pielęgnacja warstwy podbudowy

6. KONTROLA JAKOŚCI ROBÓT

- 6.1. Ogólne wymagania dotyczące kontroli jakości robót
- 6.2. Badania przed przystąpieniem do robót
- 6.3. Badania w czasie robót
 - 6.3.1. Częstotliwość oraz zakres badań i pomiarów
 - 6.3.2. Wilgotność mieszanki MMC
 - 6.3.3. Ilość cementu w mieszance
 - 6.3.4. Zawartość lepiszcza asfaltowego w destrukcie
 - 6.3.5. Całkowita zawartość lepiszcza asfaltowego w mieszance
 - 6.3.6. Parametry fizyczno-mechaniczne
 - 6.3.7. Właściwości wykonanej warstwy
 - 6.3.8. Właściwości cementu
 - 6.3.9. Właściwości wody
- 6.4. Badania dotyczące cech geometrycznych i właściwości podbudowy z mieszanki MMC
 - 6.4.1. Częstotliwość oraz zakres badań i pomiarów
 - 6.4.2. Szerokość podbudowy
 - 6.4.3. Równość podłużna i poprzeczna podbudowy
 - 6.4.4. Spadki poprzeczne podbudowy
 - 6.4.5. Rzędne wysokościowe podbudowy
 - 6.4.6. Ukształtowanie osi w planie
 - 6.4.7. Grubość podbudowy

7. OBMIAR ROBÓT**8. ODBIÓR ROBÓT**

- 8.1. Ogólne zasady odbioru robót
- 8.2. Podstawa oceny jakości robót

9. PODSTAWA PŁATNOŚCI

- 9.1. Ogólne ustalenia dotyczące podstawy płatności
- 9.2. Cena jednostki obmiarowej

10. PRZEPISY ZWIĄZANE

- 10.1. Normy
- 10.2. Inne dokumenty

D-04.10.01 c**Recykling głęboki na zimno z cementem. Mieszanka mineralno-cementowa (MMC)****1. WSTĘP****1.1. Przedmiot SST**

Przedmiotem niniejszej szczegółowej specyfikacji technicznej (SST) są wymagania dotyczące wykonania i odbioru robót związanych z wykonywaniem warstwpodbudowy z mieszanki (MMC) w technologii recyklingu głębokiego na zimno.

1.2. Zakres stosowania SST

Szczegółowa Specyfikacja Techniczna jest stosowana jako dokument przetargowy i kontraktowy przy zlecaniu i realizacji robót na drogach powiatowych.

1.3. Zakres robót objętych SST

Ustalenia zawarte w niniejszej specyfikacji dotyczą zasad prowadzenia robót związanych z wykonywaniem i odbiorem warstwy w technologii głębokiego recyklingu, wykonanej na miejscu wbudowania, o grubości i w lokalizacji określonej w dokumentacji projektowej.

Grubość projektowa warstwy:

- warstwa podbudowy zasadniczej - 14 cm do 25 cm przy uziarnieniu $D \leq 31,5$ mm
- warstwa podbudowy zasadniczej - 20 cm do 30 cm przy uziarnieniu $D \leq 63$ mm w przypadku recyklowania nawierzchni wraz z podbudową z kruszywa niezwiązanego hydraulicznie zawierającą tłuczeń
- warstwa podbudowy zasadniczej wraz z w. wzmacniającą – 20 cm do 30 cm przy wbudowywaniu jednocześnie jako jedna warstwa technologiczna i o uziarnieniu $D \leq 63$ mm

Zakres robót obejmuje:

- projektowanie recyklowanej mieszanki MMC,
- wykonanie warstwy z mieszanki zawierającej materiał recyklowanej nawierzchni wraz z ewentualnym doziarnieniem z kruszywa oraz dodatkiem cementu
- ocenę wyników badań wykonanej mieszanki ,
- ocenę wyników badań wykonanej warstwy.

Ustalenia zawarte w niniejszej SST dotyczą zasad prowadzenia robót związanych z wykonaniem warstwy metodą recyklingu głębokiego na miejscu zgodnie z zakresem określonym w dokumentacji technicznej.

Roboty obejmują:

wykonanie warstwy z mieszanki MMC nadrodzaje obciążonej ruchem KR1-6 grubości jak w dokumentacji projektowej.

Wykonanie warstwy w technologii głębokiego recyklingu zalecane jest w przypadkach:

- przebudowy nawierzchni asfaltowej ze spękaniami odbitymi od podbudowy sztywnej oraz ze spękaniami zmęczeniowymi,
- dostosowania nawierzchni do wymaganego komfortu jazdy poprzez przetworzenie i ewentualne zwiększenie grubości starej konstrukcji jezdni.
- konieczności wzmocnienia konstrukcji przy jednoczesnym doprowadzeniu do wymaganej nośności podłoża gruntowego - w jednym cyklu technologicznym

1.4. Określenia podstawowe

1.4.1. Podbudowa zasadnicza - warstwa zapewniająca przenoszenie obciążeń z warstw wyżej leżących na warstwę podbudowy pomocniczej lub na podłoże.

1.4.2. Podbudowa zasadnicza z mieszanki MMC - warstwa nośna nawierzchni drogowej wykonana z mieszanki mineralno-cementowej (MMC) metodą przetworzenia na miejscu wg technologii na zimno, bezpośrednio na której wbudowane zostaną warstwy konstrukcyjne z mieszanek mineralno-asfaltowych.

1.4.2.1. Kruszywo (kruszywo mineralne/doziarniające) - ziarnisty materiał stosowany w budownictwie, który może być naturalny, sztuczny lub z recyklingu.

1.4.2.2. Kruszywo naturalne - kruszywo pochodzenia mineralnego, które poza obróbką mechaniczną nie zostało poddane żadnej innej obróbce.

1.4.2.3. Kruszywo sztuczne - kruszywo pochodzenia mineralnego, uzyskane w wyniku procesu przemysłowego obejmującego termiczną lub inną modyfikację.

1.4.2.4. Kruzywo z recyklingu - kruszywo powstałe w wyniku przeróbki nieorganicznego materiału zastosowanego uprzednio w budownictwie.

1.4.2.5. Destrukt (kruszywo z recyklingu) - materiał mineralny, mineralno-cementowy lub mineralno-bitumiczny-cementowy powstały w wyniku frezowania istniejących warstw konstrukcji nawierzchni drogowej w temperaturze otoczenia, lub w wyniku kruszenia kruszarze brył pochodzących z rozbiórki.

1.4.2.6. Destrukt asfaltowy - mieszanka mineralno-asfaltowa, która jest uzyskiwana w wyniku frezowania warstw asfaltowych, rozkruszenia płyt wyciętych z nawierzchni asfaltowej, brył uzyskiwanych z płyt oraz z mieszanki mineralno-asfaltowej odrzuconej lub będącej nadwyżką produkcji.

1.4.2.7. Wymiar kruszywa - oznaczenie kruszywa poprzez określenie dolnego (d) i górnego (D) wymiaru sita jako d/D .

1.4.2.8. Kruzywo drobne - kruszywo o wymiarach ziarn d równym 0 oraz D równym 6,3 mm lub mniejszym.

1.4.2.9. Kruzywo grube - kruszywo o wymiarach ziarn d równym lub większym niż 1 mm oraz D większym niż 2 mm, a zgodnym z wymaganiami podanymi w pkt. 1.3.

1.4.2.10. Nadziarno - kruszywo o wymiarach ziarn równym od D do $1,4 \cdot D$, gdzie D jest zgodne z wymaganiami podanymi w pkt. 1.3 oraz 1.4.2.9.

1.4.2.11. Kruzywo o ciągłym uziarnieniu - kruszywo stanowiące mieszankę kruszyw grubych i drobnych. Może być ono wytwarzane bez rozdzielania na grube i drobne frakcje lub przez połączenie kruszywa grubego i drobnego.

1.4.3. Podłoże nawierzchni - grunt rodzimy, nasypowy lub antropogeniczny, leżący bezpośrednio pod konstrukcją nawierzchni do głębokości przemarzania, nie mniej jednak niż do głębokości 1 m od zaprojektowanej powierzchni robót ziemnych.

1.4.4. Podłoże ulepszone - warstwa lub zespół warstw leżących pod konstrukcją nawierzchni drogowej w przypadku, gdy podłoże gruntowe (grunt rodzimy lub nasypowy) nie spełnia warunku nośności i/lub mrozoodporności.

1.4.5. Recykling głęboki na miejscu - proces technologiczny polegający na wykorzystaniu materiału znajdującego się w miejscu przetworzenia (istniejąca konstrukcja nawierzchni drogowej ewentualnie z podłożem) opcjonalnie z dodaniem kruszywa doziarniającego, dodaniu spoiwa i asfaltu drogowego, wymieszaniu go przy zachowaniu optymalnej wilgotności z tak uzyskanej mieszanki wykonanie warstwy podbudowy w jednym ciągu technologicznym samobieżną maszyną frezująco-mieszającą.

1.4.6. Mieszanka mineralno-cementowa (MMC) - mieszanka mineralno-cementowa (MMC) o ciągłym uziarnieniu. Mieszanka MMC powinna być tak dobrana, aby zaprojektowane uziarnienie mieściło się w krzywych granicznych. Zastosowane materiały w procesie recyklingu głębokiego metodą przetworzenia na miejscu zostaną wymieszane sposobem na zimno z odpowiednią ilością spoiwa, w warunkach optymalnej wilgotności.

1.4.7. Środek adhezyjny - substancja powierzchniowo czynna, która poprawia adhezję asfaltu do materiałów mineralnych oraz zwiększa odporność błonki asfaltu na powierzchni kruszywa na odmywanie wodą, może być dodawany do wody spieniającej, do asfaltu bądź do kruszywa.

1.4.8. Pyły - frakcja kruszywa o wymiarze ziarn większych od 0,002 i przechodzących przez sito 0,063 mm.

1.4.9. Kruzywo wypełniające - kruszywo, którego większość przechodzi przez sito 0,063 mm, które może być dodane do materiałów budowlanych w celu uzyskania przez nie pewnych właściwości.

1.4.10. Wypełniacz mieszany - kruszywo wypełniające pochodzenia mineralnego wymieszane z wodorotlenkiem wapnia.

1.4.11. Pozostałe określenia podstawowe są zgodne z odpowiednimi opracowaniami, polskimi normami oraz definicjami podanymi w ST D-M-00.00.00 „Wymagania Ogólne” pkt 1.4.

1.5. Ogólne wymagania dotyczące robót

Ogólne wymagania dotyczące wykonania robót podano w SST D-M-00.00.00. „Wymagania Ogólne” pkt 1.5.

Za jakość zastosowanych materiałów i wykonanych robót oraz ich zgodności z dokumentacją projektową oraz SST odpowiada Wykonawca robót.

2. MATERIAŁY

2.1. Ogólne wymagania dotyczące materiałów

Ogólne wymagania dotyczące materiałów, ich pozyskiwania i składowania, podano w SST-D-M-00.00.00 „Wymagania Ogólne” pkt 2.

2.2. Źródła materiałów

Wykonawca jest zobowiązany dostarczyć reprezentatywne próbki materiałów z wybranych źródeł wraz z wynikami ich badań celem zatwierdzenia przez Inspektora Nadzoru w terminie na co najmniej miesiąc przed rozpoczęciem robót.

2.3. Destrukt

Materiał o pochodzeniu zgodnym z pkt 1.4.2.5 i 1.4.2.6 powinien być rozkruszony do wymiaru D, który jest zależny od grubości i rodzaju wykonywanej warstwy. Przy czym zawartość nadziarna nie może przekraczać 10 % (m/m). Jednocześnie maksymalny wymiar ziarna D nie może przekraczać 1/3 grubości warstwy.

Mieszanka mineralna może składać się z samego destruktu otrzymanego bezpośrednio z frezowania nawierzchni lub z kruszenia brył z rozbiórki nawierzchni, jeżeli będzie ona spełniała wymagania wg pkt 5.5.2. W przeciwnym razie należy zastosować kruszywo doziarniające wg warunków podanych w pkt 2.4.

2.4. Kruszywo

Kruszywa winny spełniać wymagania normy PN-EN 12620 i PN-EN 12621.

W tabeli 2.1 przedstawiono wymagania dla kruszywa.

Wykonawca jest zobowiązany do prowadzenia ilościowego i jakościowego odbioru dostaw oraz wykonywania z ustaloną częstotliwością laboratoryjnych badań kontrolnych (pkt 6). Wyniki tych badań należy przekazywać w określonym trybie Nadzorowi. W umowie z dostawcą (producentem) należy jednoznacznie określić sposób postępowania w przypadku dostawy materiału niezgodnego z wymaganiami niniejszych SST. Pochodzenie kruszywa i jego jakość powinny być wcześniej zaaprobowane przez Nadzór. Wykonawca proponuje źródła dostaw kruszyw oraz przedstawi wyniki ich badań jakościowych najpóźniej tydzień przed przystąpieniem do projektowania recepty na mieszankę mineralno-cementową (MMC).

Do nadzorowania produkcji kruszyw należy prowadzić Zakładową Kontrolę Produkcji przynajmniej w systemie 4.

Tabela 2.1. Wymagane właściwości kruszywa grubego, drobnego i o ciągłym uziarnieniu

Właściwości kruszywa	Wymagania dla kategorii ruchu KR1-2		
	drobnego	grubego	o ciągłym uziarnieniu
Uziarnienie według PN-EN 933-1, kategoria nie niższa niż	G _F 80	G _c 80/20	G _A 75/20
Tolerancja uziarnienia; odchylenia nie większe niż według kategorii	GT _F 10	GT _C 20/15	GT _A 20
Kształt kruszywa według PN-EN 933-3 lub według PN-EN 933-4, kategoria nie wyższa niż	-	FI ₅₀ lub SI ₅₅	FI ₃₀ lub SI ₃₀
Procentowa zawartość ziaren o powierzchni przekruszonej i łamanej według PN-EN 933-5; kategoria nie niższa niż	-	C _{90/3}	C _{90/3}
Zawartość pyłów według PN-EN 933-1; kategoria nie wyższa niż	f deklarowane	f ₁₆	f ₁₆
Jakość pyłów według PN-EN 933-9; kategoria nie wyższa niż	MB _F 10	MB _F 10	MB _F 10
Kanciastość kruszywa drobnego lub kruszywa 0/2 wydzielonego z kruszywa o ciągłym uziarnieniu według PN-EN 933-6, rozdz. 8, kategoria nie niższa niż:	E _{CS} deklarowane	-	E _{CS} 30

Odporność kruszywa na rozdrabnianie według PN-EN 1097-2, rozdział 5; badana na kruszywie o wymiarze 10/14, kategoria nie wyższa niż	-	LA ₄₀	LA ₄₀
Nasiąkliwość według PN-EN 1097-6, rozdz. 7, 8 lub 9	WA ₂₄₂	WA ₂₄₂	WA ₂₄₂
Mrozoodporność według PN-EN 1367-1 badana na kruszywie o wymiarze 8/11, 11/16 lub 8/16, kategoria nie wyższa niż	F4 ¹⁾ F10 ²⁾ F10 ³⁾ F25 ⁴⁾	F4 ¹⁾ F10 ²⁾ F10 ³⁾ F25 ⁴⁾	F4 ¹⁾ F10 ²⁾ F10 ³⁾ F25 ⁴⁾
„Zgorzel słoneczna” bazaltu według PN-EN 1367-3, kategoria	SB _{LA}	SB _{LA}	SB _{LA}
Grube zanieczyszczenia lekkie, według PN-EN 1744-1 p. 14.2; kategoria nie wyższa niż	m _{LPC} 0,1	m _{LPC} 0,1	m _{LPC} 0,1
Stalność objętości kruszywa z żużla stalowniczego według PN-EN 1744-lp. 19.3; kategoria nie wyższa niż	V _{6,5}	V _{6,5}	V _{6,5}

¹⁾ dla skał magmowych i przeobrażonych

²⁾ dla skał osadowych

³⁾ dla kruszyw z recyklingu

⁴⁾ dla kruszyw z recyklingu, pod warunkiem, że zawartość w mieszance nie przekracza 50 % (m/m)

2.5. Środki adhezyjne

W przypadku stosowania kruszywa o zbyt małej przyczepności do asfaltu należy stosować środki adhezyjne. O ewentualnym stosowaniu środka adhezyjnego decyduje wynik badania odporności na oddziaływanie wody (wskaźnik TSR).

Nie zaleca się stosowania środków adhezyjnych w przypadku wykorzystania kruszywa wypełniającego w postaci wypełniaczy mieszanych zgodnych z normą PN-EN 13043.

2.6. Cement

Do mieszanki MMC należy stosować cement portlandzki CEM I lub cement portlandzki wieloskładnikowy CEM II klasy 32,5 lub 42,5 o właściwościach zgodnych z normą PN-EN 197-1. Wymagania dla cementu zestawiono w tabeli 2.4.

Zamawiający dopuszcza inne spoiwa, w których skład wchodzi wyżej wymienione cementy.

Wytrzymałość wczesna cementu, jest to wytrzymałość na ściskanie oznaczana po 2 albo po 7 dniach zgodnie z normą PN-EN 196-1 i powinna spełniać wymagania podane w tabeli 2.4. Dla każdej klasy wytrzymałości normowej rozróżnia się dwie klasy wytrzymałości wczesnej, klasę o normalnej wytrzymałości wczesnej oznaczaną symbolem N, oraz klasę o wysokiej wytrzymałości wczesnej oznaczaną symbolem R.

Tabela 2.4. Właściwości mechaniczne i fizyczne cementu wg PN-EN 197-1

Klasa wytrzymałości	Wytrzymałość na ściskanie [MPa]				Początek czasu wiązania [min]	Stalność objętości (rozszerzalność) [mm]
	Wytrzymałość wczesna		Wytrzymałość normowa			
	po 2 dniach	po 7 dniach	po 28 dniach			
32,5 N	-	≥ 16,0	≥ 32,5	≤ 52,5	≥ 75	≤ 10
32,5 R	≥ 10,0	-				
42,5 N	≥ 20,0	-	≥ 42,5	≤ 62,5	≥ 60	
42,5 R	≥ 20,0	-				

2.7. Woda

Woda stosowana do wytwarzania recyklowanej mieszanki oraz do pielęgnacji warstwy powinna zawierać składników wpływających niekorzystnie na efekt twardnienia i pogarszających właściwości wbudowanej mieszanki. Powinna spełniać wymagania PN-EN 1008.

Użycie wody wodociągowej pitnej nie wymaga dodatkowych badań.

3. SPRZĘT

3.1. Ogólne wymagania dotyczące sprzętu

Ogólne wymagania dotyczące sprzętu podano w SST D-M-00.00.00 „Wymagania ogólne” pkt 3.

Sprzęt budowlany, maszyny i urządzenia powinny być w dobrym stanie zapewniającym uzyskanie wymaganej jakości robót.

3.2. Wymagania szczegółowe

Sprzęt do recyklingu głębokiego nawierzchni metodą na miejscu może składać się z zespołu maszyn wykonujących jedną lub kilka czynności technologicznych lub może stanowić jedną maszynę wielofunkcyjną.

Urządzenia do spulchnienia nawierzchni, rozdrobnienia destruktu oraz dozowania i mieszania składników powinny zapewniać uzyskanie jednorodnej mieszanki MMC po recyklingu założonej grubości warstwy.

Wykonawca przystępujący do wykonania podbudowy z mieszanki MMC powinien wykazać się możliwością korzystania z następującego sprzętu:

- samobieżnej maszyny frezująco-mieszającej, posiadającej systemy automatycznego sterowania i kontroli dozowania asfaltu spienionego,
- rozsypywacza kruszywa,
- rozsypywacza cementu,
- równiarki,
- walców okołkowanych o masie nie mniejszej niż 18 t,
- walców ogumionych o masie nie mniejszej niż 14 t,
- walców stalowych wibracyjnych ciężkich,
- zagęszczarek płytowych, ubijaków mechanicznych lub małych walców wibracyjnych do zagęszczania w miejscach trudnodostępnych.

3.3. Sprzęt do zagęszczenia warstwy podbudowy z mieszanki MMC

Do zagęszczenia warstwy podbudowy z mieszanki MMC należy stosować:

- walce okołkowane o masie nie mniejszej niż 18 t do zagęszczenia wstępnego, przede wszystkim gdy recyklowana warstwa ma grubość ponad 25 cm,
- walce ogumione o masie nie mniejszej niż 14 t do zagęszczenia wstępnego oraz do ostatecznego „zamknięcia” powierzchni warstwy,
- walce tandemowe stalowe, wibracyjne, ciężkie do zagęszczenia zasadniczego,
- zagęszczarki płytowe lub ubijarki mechaniczne do ewentualnego zagęszczania w miejscach trudnodostępnych.

4. TRANSPORT

4.1. Ogólne wymagania dotyczące transportu

Ogólne wymagania dotyczące transportu podano w SST D-M-00.00.00 „Wymagania ogólne” pkt 4.

4.2. Transport materiałów

Transport kruszywa i destruktu powinien odbywać się dowolnymi środkami transportu w warunkach zabezpieczających je przed zanieczyszczeniem, wymieszaniem różnych asortymentów i frakcji oraz nadmiernym zawilgoceniem.

4.3. Transport cementu

Transport spoiwa musi odbywać się w sposób chroniący go przed zawilgoceniem, zbryleniem i zanieczyszczeniem. Zaleca się transport spoiwa luzem w odpowiednich cysternach przystosowanych do przewozu materiałów sypkich oraz przystosowanych do automatycznego rozładunku.

4.4. Transport wody

Do transportu wody należy stosować cysterny samochodowe lub ciągnikowe.

5. WYKONANIE ROBÓT

5.1. Ogólne wymagania dotyczące wykonania robót

Ogólne wymagania dotyczące wykonania robót podano w SST D-M-00.00.00 „Wymagania ogólne” pkt 5.

5.2. Warunki przystąpienia do robót

Recykling można wykonywać w okresie, w którym średnia temperatura otoczenia w ciągu doby nie spada poniżej +10°C. Nie dopuszcza się rozpoczynania robót przed zapowiadanymi intensywnymi opadami atmosferycznymi. W razie wystąpienia niespodziewanych, niekorzystnych warunków atmosferycznych

5.3. Przygotowanie podłoża

Jeżeli w projekcie przebudowy istniejącej konstrukcji nawierzchni jezdni podłoże zakwalifikowano do grupy nośności G1 niewymagane jest wykonywanie zabiegów wzmacniających. Natomiast na odcinkach gdzie w podłożu występują grunty o grupie nośności G2-G4 należy wykonać warstwę gruntu stabilizowanego cementem o grubości doprowadzającej podłoże do odpowiedniej nośności (G1).

5.4. Badania istniejącej nawierzchni przed recyklingiem

Badania powinny być wykonane na próbkach wywierconych lub wyciętych z istniejącej nawierzchni bądź pobranych w wyniku próbnego frezowania. W przypadku, kiedy grubość przetwarzanego materiału jest większa od grubości istniejących warstw konstrukcyjnych nawierzchni drogowej, należy również pozyskać materiał zalegający w podłożu. Ilość pobranego materiału zależy od jednorodności istniejącej konstrukcji nawierzchni. Dla każdej pobranej próbki należy określić:

- grubość warstw istniejącej konstrukcji nawierzchni,
- rodzaj materiału występującego w poszczególnych warstwach (które będą poddane recyklingowi),
- zawartość starego lepiszcza w warstwach asfaltowych.

Liczba pobranych próbek z danego miejsca powinna być wystarczająca do sporządzenia z nich próbki analitycznej w związku z ustaleniem recepty i określeniem cech fizycznych i mechanicznych zaprojektowanej mieszanki MMC.

Zaleca się pobieranie próbek ze starej nawierzchni w postaci destruktu w wyniku wykonania próbnego frezowania.

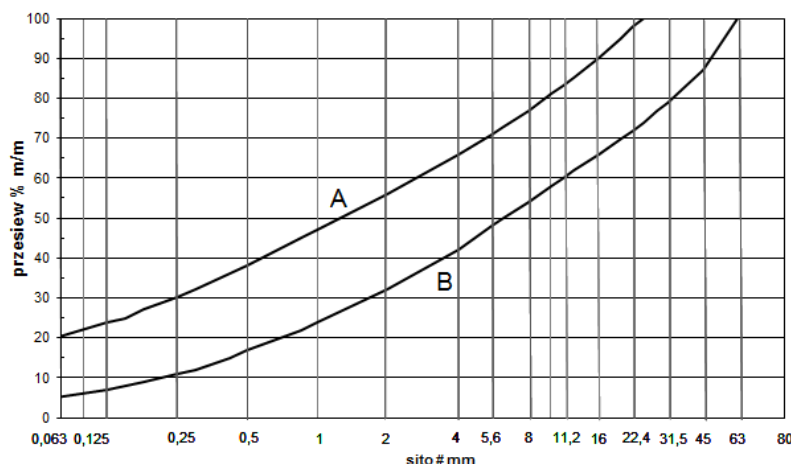
5.5. Projektowanie składu mieszanki (MMC)

5.5.1. Wymagania ogólne

- 1) Zmienność podłużna i poprzeczna konstrukcji istniejącej nawierzchni przed jej przebudową może powodować konieczność opracowania alternatywnych receptur, które mają być wykonane na koszt Wykonawcy.
- 2) Wykonawca robót opracowuje i przedkłada do akceptacji Inspektora Nadzoru projekty receptw terminie na co najmniej miesiąc przed rozpoczęciem robót bądź bezpośrednio po przejęciu placu budowy. Wraz z receptami Wykonawca dostarczy próbki materiałów użytych do zestawienia składu mieszanki w ilościach uzgodnionych z laboratorium Zamawiającego.

5.5.2. Wymagania szczegółowe względem mieszanki mineralno-cementowej (MMC)

Uziarnienie projektowanej mieszanki mineralno-cementowej MMC oznacza się metodą na mokro wg PN-EN 933-1 bezpośrednio po wymieszaniu jej składników i pobraniu próbki. Uziarnienie to powinno zawierać się w granicach od 0 mm do D i mieścić się wewnątrz pola ograniczonego krzywymi granicznymi A-B wg rysunku 5.1.



Rys. 5.1. Typowe krzywe graniczne uziarnienia mieszanki mineralno-cementowej MMC

Zawartość ziaren większych od największego wymiaru sita podanego w dokumentacji nie może być większa niż 10 % (m/m), przy czym średnica okruszków nadziarna nie powinna być większa od następnego, sąsiedniego sita.

Łączna zawartość lepiszcza asfaltowego w mieszance nie powinna przekraczać 6,0 %.

Orientacyjna zawartość cementu w mieszance MMC powinna wynosić od 1,5 do 3,0 % (m/m).

Zawartość wody w mieszance powinna odpowiadać wilgotności optymalnej, określonej według metody Proctora zgodnie z normą PN-EN 13286-2.

5.5.3. Wymagania szczegółowe względem mieszanki MMC

5.5.3.1. Warunki zagęszczania i pielęgnacji próbek

Próbki z wymieszanej mieszanki MMC muszą być wykonane bezpośrednio po wymieszaniu wszystkich składników - przed początkiem wiązania cementu (do 60 i 75 min dla cementu CEM I i CEM II klasy odpowiednio 42,5 i 32,5).

Do zagęszczenia próbek z mieszanki MMC stosować można jedną z dwóch metod:

Metoda I zagęszczania próbek z mieszanki MMC

Do zagęszczania próbek używa się form i ubijaka typu Marshalla, ręcznego lub mechanicznego. Częstotliwość uderzeń ubijaka powinna wynosić 60 razy na minutę. Użycie form perforowanych (24 otwory \varnothing 2,0 mm równomiernie rozmieszczone na bocznej ścianie formy w odległości 2,0 cm od jej krawędzi i po 16 otworów tej samej średnicy w podstawie tłoku formy) uzasadnione jest w przypadku zbyt dużej zawartości wody w mieszance. Wewnętrzna powierzchnia formy przed napełnieniem mieszanki powinna być posmarowana gliceryną, bez nadmiaru zaś na podstawie położony krążek z kartonu. Po nałożeniu do formy mieszanki o temperaturze pokojowej i wyrównaniu powierzchni należy mieszankę przykryć krążkiem z kartonu i przyłożyć tłok. Jeżeli mieszanka zawiera ziarna o średnicy większej od 22,4 mm wg sita kontrolnego, należy je odrzucić, a nawązkę mieszanki uzupełnić taką samą masą analogicznego materiału frakcji 16/22 mm. Stosuje się 2 x 75 uderzeń ubijaka. Wysokość próbek po zagęszczeniu powinna wynosić $63,5 \pm 5,0$ mm. W przypadku zagęszczenia MMC w celu ustalenia recepty (składu optymalnego i właściwości technicznych), powinna ona mieć wilgotność równą wilgotności optymalnej wg Proctora. W przypadku zagęszczania mieszanki MMC pobranej z drogi w celu kontroli wykonawstwa powinna ona mieć wilgotność równą wilgotności mieszanki wbudowanej.

Metoda II zagęszczania próbek z mieszanki MMC

Do zagęszczania próbek metodą II używa się prasy hydraulicznej o nacisku co najmniej 120 kN z możliwością utrzymania stałej wartości nacisku w określonym czasie. Zagęszczanie mieszanki MMC wykonuje się pod stałym naciskiem 100 kN w ciągu 5 minut. W przypadku wykonywania prób o średnicy innej niż 101,6 mm i wysokości innej niż 63,5 mm należy przeliczyć i dostosować wartość siły nacisku i czas wykonywania zagęszczenia.

Pielęgnacja próbek

Próbki po zagęszczeniu przechowywane są w formach przez okres 24 godzin w temperaturze wynoszącej $+25^{\circ}\text{C}$ ($\pm 1^{\circ}\text{C}$), a następnie wyjmują się z formy stosując urządzenie do wyciskania próbek lub wyciska się próbkę z formy ręcznie przy pomocy tłoka, w taki sposób, aby nie spowodować uszkodzenia próbki. Wyjęte z form próbki przez 72 godziny przechowywane są w komorze termicznej z wymuszonym obiegiem powietrza w temperaturze $+40^{\circ}\text{C}$ ($\pm 1^{\circ}\text{C}$). Następnie po uzyskaniu przez nie temperatury ($+25^{\circ}\text{C}$, $\pm 1^{\circ}\text{C}$) oznaczane są parametry fizyczne oraz mechaniczne.

5.5.3.2. Wytrzymałość na pośrednie rozciąganie

Wytrzymałość na rozciąganie pośrednie (ITS_s) oznaczana może być na próbkach zagęszczonych laboratoryjnie i pielęgnowanych wg pkt 5.5.3.1 oraz może być oznaczana na próbkach wyciętych z wykonanej warstwy.

Wytrzymałość na rozciąganie pośrednie (ITS_s) oznaczana powinna być w temperaturze $+25^{\circ}\text{C}$ ($\pm 1^{\circ}\text{C}$) z dokładnością do 1 kPa zgodnie z normą PN-EN 12697-23 i powinna wynosić od 250 kPa do 600 kPa.

Próbki do oznaczenia wytrzymałości na rozciąganie pośrednie powinny posiadać średnicę 100 ± 3 mm lub 150 ± 3 mm.

5.5.3.3. Odporność na oddziaływanie wody

Odporność na oddziaływanie wody określana jest zgodnie z „Podręcznikiem recyklingu na zimno Wirtgen” (Załącznik 2) z 2006 r. na zagęszczonych i pielęgnowanych próbkach (wg pkt 5.5.3.1) za pomocą wzoru:

$$TSR = \frac{ITS_w}{ITS_s} \quad (5.1)$$

gdzie:

TSR – wskaźnik odporności mieszanki mineralno-cementowej wraz z dodanym bitumem na oddziaływanie wody,

ITS_s – wytrzymałość na rozciąganie pośrednie w stanie powietrzno-suchym [kPa],

ITS_w – wytrzymałość na rozciąganie pośrednie po nasączeniu wodą [kPa].

Do oznaczenia wytrzymałości na pośrednie rozciąganie ITS_w próbki należy pozostawić w wodzie na okres 24 godzin w temperaturze $+25^{\circ}\text{C}$ ($\pm 1^{\circ}\text{C}$).

Natomiast bezpośrednio przed badaniem próbki przeznaczone do badania ITS_s oraz ITS_w należy doprowadzić do jednakowej temperatury w czasie badania 25°C ($\pm 1^{\circ}\text{C}$).

Wskaźnik odporności na oddziaływanie wody TSR powinien być $\geq 0,80$.

5.5.3.4. Stabilność wg Marshalla

Stabilność (S) oznaczona metodą Marshalla w temperaturze $+60^{\circ}\text{C}$ zgodnie z normą PN-EN 12697-34 na próbkach zagęszczonych i pielęgnowanych (wg pkt 5.5.3.1) powinna się mieścić w granicach od 4,0 kN do 20,0 kN.

5.5.3.5. Odkształcenie wg Marshalla

Odkształcenie (F) oznaczone metodą Marshalla w temperaturze $+60^{\circ}\text{C}$ zgodnie z normą PN-EN 12697-34 próbek zagęszczonych i pielęgnowanych (wg pkt 5.5.3.1) powinno być zawarte w zakresie od 1,0 mm do 3,5 mm.

5.5.3.6. Wolna przestrzeń

Wolną przestrzeń (V_m) w próbce z mieszanki MMC zgodnie z normą PN-EN 12697-8 zagęszczonej w warunkach laboratoryjnych lub w próbce pobranej z zagęszczonej warstwy należy obliczyć jako średnią arytmetyczną z trzech oznaczeń z dokładnością do 0,1 % (v/v) na podstawie wzoru:

$$V_m = \frac{\rho_m - \rho_b}{\rho_m} \cdot 100 [\% \text{ (v/v)}] \quad (5.2)$$

gdzie:

ρ_m – gęstość mieszanki MMC, w Mg/m^3 ,

ρ_b – gęstość objętościowa mieszanki MMC, w Mg/m^3 .

Oznaczenie gęstości oraz gęstości objętościowej mieszanki MMC należy przeprowadzić zgodnie z normą PN-EN 12697-5.

Wolna przestrzeń (V_m) próbek zagęszczanych i pielęgnowanych (wg pkt 5.5.3.1) metodą I powinna wynosić od 9,0 % do 16,0 % (v/v), natomiast metodą II od 5,0 % do 12,0 % (v/v).

5.5.4. Procedura projektowania składu mieszanki mineralno-cementowej przeznaczonej podbudowę

5.5.4.1. Rozpoznanie konstrukcji nawierzchni i właściwości warstw

Liczba i lokalizacja miejsc pobrania próbek zależą od warunków miejscowych na danej drodze powinny być uzgodnione między Wykonawcą a Zamawiającym.

5.5.4.2. Przygotowanie próbek analitycznych i wykonanie badań związanych z opracowaniem receptury

Przygotowanie próbek i wykonanie badań związanych z opracowaniem receptury określaniem cech fizyczno-mechanicznych zaprojektowanej mieszanki MMC obejmuje:

- pozyskanie próbek wywierconych lub wyciętych z istniejącej nawierzchni bądź w wyniku próbnego frezowania; w pierwszym sposobie pobierania próbek należy ręcznie rozdzielić warstwy, które będą podlegały recyklingowi oraz rozdrobnić destrukcją,
- oznaczenie zawartości lepiszcza w destrukcie asfaltowym na podstawie badania ekstrakcji, z pakietu warstw asfaltowych które zostaną poddane recyklingowi,
- wykonanie analizy sitowej (na mokro) mieszanki mineralno-cementowej oraz sprawdzenie, czy jej uziarnienie mieści się w polu ograniczonym krzywymi granicznymi wg rysunku 5.1,
- zawartość cementu powinna wynosić od 1,5% do 3,0 % (m/m),
- zaprojektowanie składu mieszanki mineralno-cementowej,
- oznaczenie wilgotności optymalnej i maksymalnej gęstości objętościowej mieszanki mineralno-cementowej wg metody Proctora,
- wykonanie próbek w formach typu Marshalla; proces zagęszczania i pielęgnacji należy przeprowadzać zgodnie z procedurą opisaną w pkt 5.5.3.1,
- oznaczenie cech fizycznych i mechanicznych mieszanki MMC zgodnie z pkt 5.5.3: gęstość (ρ_m), gęstość objętościowa (ρ_b), zawartość wolnych przestrzeni (V_m), wytrzymałość na pośrednie rozciąganie (ITS_s , ITS_w), wskaźnik odporności na oddziaływanie wody (TSR) oraz stabilność (S) i odkształcenie (L) metodą Marshalla.

Zaprojektowana mieszanka MMC badana na próbkach wykonanych i pielęgnowanych wg pkt 5.5.3 oraz wykonana z niej warstwa głębokiego recyklingu powinna spełniać wymagania podane w tabeli odpowiednio 5.1 i 5.2, przy jednoczesnym spełnieniu wymaganych właściwości oznaczonych na próbkach sporządzonych z mieszanki MMC pobranej w trakcie jej produkcji i badanych z częstotliwością wymienioną w tabeli 6.1 (pkt 6.3).

Tabela 5.1. Wymagania wobec próbek z mieszanki MMC

Parametr	Jedn.	Wymagania ^{*)}
Wytrzymałość pośrednie rozciąganie	kPa	250 ÷ 600
Stabilność wg Marshalla w temperaturze +60°C, próbek zagęszczonych i pielęgnowanych według metody I lub II	kN	4,0 ÷ 20,0
Odkształcenie wg Marshalla w temperaturze +60°C, próbek zagęszczonych i pielęgnowanych według metody I lub II	mm	1,0 ÷ 3,5
Wolna przestrzeń w próbkach Marshalla, zagęszczonych i pielęgnowanych według: - metody I - metody II	% (v/v) % (v/v)	9,0 ÷ 16,0 5,0 ÷ 12,0
Wskaźnik odporności na oddziaływanie wody TSR	-	≥ 0,80

Tabela 5.2. Wymagania dla warstwy wykonanej z mieszanki MMC

Parametr	Jedn.	Wymagania
Wskaźnik zagęszczenia warstwy	%	≥ 98
Wolna przestrzeń w warstwie	% (v/v)	$\leq 16,0$
Moduł odkształcenia określony płytą VSS Moduł odkształcenia określony płytą VSS $\varnothing 30$ cm: - warunek A; wartość $\frac{M_{EI}}{M_{EII}}$ - warunek B; wartość M_{EII}	MPa	$\leq 2,2$ ≥ 150

5.6. Wykonanie recyklingu głębokiego na zimno metodą na miejscu

5.6.1. Warunki atmosferyczne

Recykling głęboki na zimno można wykonywać w okresie, kiedy średnia temperatura otoczenia w ciągu doby nie spada poniżej $+10^{\circ}\text{C}$.

Nie dopuszcza się wykonywania robót podczas intensywnych opadów atmosferycznych.

5.6.2. Rozłożenie materiału doziarniającego

W przypadku stosowania materiału doziarniającego powinien on być równomiernie rozłożony na starej wstępnie odprężonej nawierzchni, z dokładnością 15% w stosunku do założonego jednostkowego zużycia.

5.6.3. Rozłożenie cementu

Cement powinien być rozkładany mechanicznie, przy pomocy rozsypywacza zapewniającego równomierne jego rozłożenie.

Cement powinien być rozkładany z dokładnością 15% w stosunku do założonego jednostkowego zużycia. Jego zawartość należy zwiększyć o 10% w stosunku do recepty ze względu na straty wynikające z jego pylenia.

Cement należy rozsypywać na przygotowanej i wyprofilowanej warstwie przetwarzanego materiału na uprzednio odprężonej starej nawierzchni, bezpośrednio przed procesem technologicznym wykonywania warstwy podbudowy.

5.6.4. Frezowanie (spulchnienie) i mieszanie składników

Wykonanie recyklingu na miejscu może odbywać się przy użyciu samobieżnej maszyny frezująco-mieszającej o sprawnych systemach automatycznego sterowania i dozowania. Głębokość frezowania i mieszania powinny zapewnić uzyskanie warstwy o grubości nie mniejszej od projektowanej.

5.6.5. Profilowanie i zagęszczenie

Zagęszczenie wykonywanej warstwy powinno być równomierne i zgodne z kierunkiem podłużnym wykonywanego pasa. Wilgotność mieszanki MMC podczas zagęszczania powinna odpowiadać wilgotności optymalnej określonej według metody Proctora zgodnie z PN-EN 13286-2. Zagęszczenie warstwy rozpoczyna się walcem okółkowym o masie co najmniej 18 ton, a następnie ogumionym o masie nie mniejszej niż 14 t. Po wstępnym zagęszczeniu należy wykonać profilowanie warstwy w celu nadania wymaganych spadków oraz wymaganych równości. W celu uniknięcia straty recyklowanego materiału poprzez jego wypychanie po za krawędź zewnętrzną warstwy należy:

- przejścia równiarki rozpocząć od krawędzi zewnętrznej
- spadek poprzeczny przed ostatecznym zagęszczaniem uformować na $+ 0,5 - +1,0$ % w stosunku do spadku projektowanego

W drugiej kolejności warstwę dogęszcza się i wyrównuje tandemowym walcem stalowym, wibracyjnym ciężkim. W celu osiągnięcia wymaganego "zamknięcia" powierzchni warstwy, końcowe zagęszczanie musi być wykonane walcem ogumionym z odpowiednio dostosowanym ciśnieniem w oponach – tak aby nie formowały się nierówności

poprzeczne. Należy unikać skrapiania wodą wałów i kół walców.

Kolejność oraz ilość przejść użytego sprzętu zagęszczającego powinna być sprawdzona na odcinku próbnym.

Jeżeli podczas procesu zagęszczania wystąpią intensywne opady deszczu bądź spękania albo przesuwania mieszanki, zagęszczanie należy przerwać. Rozpocząć można zagęszczanie, gdy mieszanka zwiększy swoją kohezję w wyniku częściowego odparowania wody.

5.6.6. Odcinek próbny

Wykonawca wykona odcinek próbny w celu:

- stwierdzenia, czy sprzęt do mieszania i zagęszczania jest właściwy,
- określenia grubości warstwy w stanie luźnym, koniecznej do uzyskania wymaganej grubości warstwy po zagęszczeniu,
- określenia liczby przejść sprzętu zagęszczającego, potrzebnej do uzyskania wymaganego wskaźnika zagęszczenia,
- pobrania prób sprawdzających założenia laboratoryjne.

Na odcinku próbnym Wykonawca powinien użyć takich materiałów oraz sprzętu do mieszania i zagęszczania, jakie będą stosowane podczas wykonywania warstwy.

Odcinek próbny o długości minimum 100 m powinien być zlokalizowany w miejscu uzgodnionym z Inspektorem Nadzoru.

Na podstawie osiągniętych wyników oraz na podstawie ustaleń i wniosków uzgodnionych z laboratorium Zamawiającego, Wykonawca przed przystąpieniem do wykonywania warstwy, przedstawi aneks do PZJ, w którym będą zawarte wszystkie reżimy technologiczne. Wykonawca może przystąpić do wykonania warstwy po zaakceptowaniu przez Zamawiającego przedstawionego PZJ i po zaakceptowaniu pomiarów z odcinka próbnego przez Inspektora Nadzoru.

5.6.7. Pielęgnacja wykonanej warstwy

W przeciętnych warunkach recyklowana warstwa nie wymaga pielęgnacji. W przypadku, gdy temperatura otoczenia przy słonecznej pogodzie przekracza 28°C, to wykonaną warstwę należy nie wcześniej niż po 1 dniu skrapiać wodą.

Przed ułożeniem kolejnej warstwy dozwolony jest tylko ruch technologiczny pojazdów związanych z pielęgnacją o ładowności nie przekraczającej 3,5 t lub pojazdów związanych z wykonaniem następnej warstwy. Prędkość poruszania się musi być ograniczona do 30 km/h z zakazem gwałtownych manewrów.

Warstwę asfaltową wg technologii na gorąco należy wbudowywać na wykonanej warstwie głębokiego recyklingu po uzyskaniu pozytywnych wyników wymaganych badań i oznaczeń.

Przed ułożeniem warstwy asfaltowej, warstwę z MMC należy skropić emulsją asfaltową w celu zapewnienia odpowiedniego połączenia międzywarstwowego i uszczelnienia, w ilości ustalonej w ST D-04.03.01 „Oczyszczenie i skropienie warstw konstrukcyjnych”.

Wykonana warstwa z mieszanki MMC musi być przykryta następną warstwą nawierzchni przed okresem zimowym, w przeciwnym razie warstwa musi zostać ponownie przetworzona na koszt Wykonawcy.

6. KONTROLA JAKOŚCI ROBÓT

6.1. Ogólne wymagania dotyczące kontroli jakości robót

Ogólne wymagania dotyczące kontroli jakości robót podano w SST D-M-00.00.00 „Wymagania ogólne” pkt 6.

6.2. Badania przed przystąpieniem do robót

Przed przystąpieniem do robót Wykonawca musi wykonać badania materiałów przeznaczonych do wykonania robót i przedstawić wyniki tych badań Inspektorowi Nadzoru.

Badania te powinny obejmować wszystkie właściwości określone w punktach 2.3 ÷ 2.7 oraz w punktach 5.5.3.2 ÷ 5.5.3.6 niniejszej SST.

6.3. Badania w czasie robót

6.3.1. Częstotliwość oraz zakres badań i pomiarów

Częstotliwość oraz zakres badań i pomiarów w czasie wykonywania warstwy głębokiego recyklingu podano w tabeli 6.1.

Tabela 6.1. Częstotliwość oraz zakres badań i pomiarów w czasie wykonywania warstwy z mieszanki MMC

Wyszczególnienie badań	Minimalna liczba badań i pomiarów
Wilgotność mieszanki MMC	na 1500 m pasa roboczego maszyny, lecz nie rzadziej niż raz dziennie
Sprawdzenie stopnia rozkruszenia destruktu – wizualnie na całej długości odcinka roboczego, a w razie wątpliwości suwmiarką sprawdzić wymiary nadziarna	jw.
Uziarnienie kruszywa doziarniającego	jw.
Ilość cementu rozłożonego - w 5 punktach	jw.
Zawartość lepiszcza asfaltowego w destrukcie	jw.
Całkowita zawartość lepiszcza asfaltowego w mieszance	jw.
Parametry fizyczno-mechaniczne (V_m , ITS_s , ITS_w , TSR , S , F)	jw.
Moduł odkształceń	jw.
Właściwości cementu	dla każdej dostawy
Właściwości wody	dla wątpliwego źródła

6.3.2. Wilgotność mieszanki MMC

Wilgotność mieszanki należy określać według normy PN-EN 1097-5. Wilgotność mieszanki powinna być zgodna z zaprojektowaną w receptce z dokładnością -10%; +10%.

6.3.3. Ilość cementu w mieszance

Kontrola zużycia według metody polegającej na ważeniu tacki 35 x 35 cm, która została napełniona cementem w trakcie jego rozsypywania.

6.3.4. Zawartość lepiszcza asfaltowego w destrukcie

Zawartość lepiszcza asfaltowego w destrukcie określa się na podstawie ekstrakcji wykonanej według normy PN-EN 12697-1, po uprzednim wysuszeniu próbki do stałej masy i jej ręcznym rozdrobnieniu.

6.3.5. Całkowita zawartość lepiszcza asfaltowego w mieszance

Zawartość lepiszcza asfaltowego w mieszance określa się na podstawie ekstrakcji wykonanej według normy PN-EN 12697-1, po uprzednim wysuszeniu próbki do stałej masy i jej ręcznym rozdrobnieniu.

6.3.6. Parametry fizyczno-mechaniczne

Reprezentatywny materiał do badań musi być pobrany bezpośrednio po wymieszaniu składników, a przed rozpoczęciem procesu zagęszczania. W tym celu należy materiał pobrać z kilku miejsc w przekroju poprzecznym z całej grubości warstwy.

Pobrany materiał należy dokładnie wymieszać a następnie sporządzić próbki do oznaczenia następujących

parametrów fizyczno-mechanicznych: zawartość wolnych przestrzeni (V_m), wytrzymałość na pośrednie rozciąganie (ITS_s , ITS_w), wskaźnik odporności na oddziaływanie wody (TSR) oraz stabilność (S) i odkształcenie (L) wg Marshalla. Warunki zagęszczania i pielęgnacji próbek z mieszanki MMC podano szczegółowo w pkt 5.5.3.1.

Wolna przestrzeń w zagęszczonej warstwie z mieszanki MMC powinna wynosić do 16 %.

6.3.7. Właściwości wykonanej warstwy

Właściwości wykonanej warstwy należy sprawdzić według dwóch poniższych metod:

a) Oznaczenie wskaźnika zagęszczenia

Wskaźnik zagęszczenia należy sprawdzać na próbkach wyciętych z zagęszczonej i związanej warstwy poprzez porównanie ich gęstości objętościowej z gęstością objętościową próbek Marshalla formowanych w dniu wykonywania kontrolowanej działki roboczej. W przypadku wycięcia więcej niż jednej próby do badania gęstości objętościowej na jednej działce roboczej, do obliczeń wskaźnika zagęszczenia należy przyjąć średnią arytmetyczną ze wszystkich oznaczeń na badanym odcinku.

Określanie gęstości objętościowej należy wykonywać metodą hydrostatyczną według normy PN-EN 12697-6. Dopuszcza się oznaczenie gęstości objętościowej warstwy metodą objętościomierza piaskowego zgodnie z normą BN-77/8931-12 w przypadku, gdy wycinana próbka z zagęszczonej warstwy podbudowy uległa zniszczeniu.

Wskaźnik zagęszczenia wykonanej warstwy MMC nie może być niższy niż 98%.

b) Oznaczenie modułu odkształcenia

Zagęszczenie warstwy z MMC sprawdza się w czasie jej wykonywania za pomocą płyty obciążającej wg normy BN-64/8931-02.

Zagęszczanie warstwy należy kontynuować do momentu osiągnięcia modułu odkształcenia warunku B (wzór 6.2); przyjmuje się, że materiał wykonywanej warstwy jest dostatecznie zagęszczony, jeżeli będą spełnione obydwa warunki A i B (wzory 6.1 i 6.2)

Do obliczenia modułu odkształcenia M_{Est} stosuje się zakres obciążeń jednostkowych od 0,15 do 0,25 MPa, doprowadzając końcowe obciążenie na wykonaną warstwę głębokiego recyklingu do 0,45 MPa. Do badania należy stosować płytę o średnicy 30 cm

Podbudowa jest wykonana prawidłowo dla potrzeby wbudowania następnej warstwy, jeżeli będą spełnione dwa warunki:

Warunek A:

$$M_{EII} > 150 \text{ MPa} \quad (6.1)$$

Warunek B:

$$\frac{M_{EII}}{M_{EI}} \leq 2,2 \quad (6.2)$$

gdzie:

M_{EI} - moduł odkształcenia w pierwszym obciążeniu w podanym zakresie, MPa,
 M_{EII} - moduł odkształcenia w drugim obciążeniu w podanym zakresie, MPa.

6.3.8. Właściwości cementu

Dla każdej dostawy należy określić właściwości cementu podane w pkt 2.7.

6.3.9. Właściwości wody

W przypadkach wątpliwych należy przeprowadzić badania wody wg normy PN-EN 1008.

6.4. Badania dotyczące cech geometrycznych i właściwości podbudowy z mieszanki MMC

6.4.1. Częstotliwość oraz zakres badań i pomiarów

Częstotliwość oraz zakres badań i pomiarów wykonanej warstwy w technologii głębokiego recyklingu MMC podano w tabeli 6.2.

Tabela 6.2. Częstotliwość oraz zakres badań i pomiarów wykonanej warstwy

Badana cecha	Minimalna częstotliwość badań i pomiarów
Szerokość	10 razy na 1 km
Równość podłużna	Planografem albo co 10 m łatą i klinem
Równość poprzeczna	Nie rzadziej niż co 5 m
Spadki poprzeczne	10 razy na 1 km
Rzędne wysokościowe	Co 100 m
Ukształtowanie osi w planie ^{*)}	Co 100 m
Grubość oraz zagęszczenie	W 3-ech punktach, lecz nie rzadziej niż 1 raz na 2000 m ²

^{*)}Dodatkowe pomiary spadków poprzecznych i ukształtowania osi w planie należy wykonać w punktach głównych łuków poziomych

6.4.2. Szerokość podbudowy

Szerokość podbudowy należy mierzyć taśmą mierniczą z dokładnością do 1,0 cm.

Odchylenia szerokości wykonanej warstwy od szerokości projektowanej nie może przekraczać -0 cm, +10,0 cm.

6.4.3. Równość podłużna i poprzeczna podbudowy

Nierówności podłużne podbudowy należy mierzyć 4-metrową łatą i klinem lub planografem, zgodnie z BN-68/8931-04.

Nierówności poprzeczne podbudowy należy mierzyć 4-metrową łatą i klinem.

Nierówności podbudowy nie mogą przekraczać 12 mm.

6.4.4. Spadki poprzeczne

Spadki poprzeczne podbudowy na prostych i łukach powinny być zgodne z dokumentacją projektową z tolerancją $\pm 0,5\%$,

6.4.5. Rzędne wysokościowe podbudowy

Rzędne wysokościowe podbudowy powinny być zgodne z dokumentacją projektową z tolerancją +2 cm, -2 cm.

6.4.6. Ukształtowanie osi w planie

Oś podbudowy w planie powinna być usytuowana zgodnie z dokumentacją projektową z tolerancją ± 5 cm.

6.4.7. Grubość warstwy

Grubość warstwy mierzona z dokładnością do 0,5 cm na próbkach wyciętych powinna być zgodna z grubością projektowaną, z tolerancją $\pm 10\%$ dla wartości średniej z wielu oznaczeń oraz $\pm 15\%$ dla jednostkowego oznaczenia.

7. OBMIAR ROBÓT

Jednostką obmiarową jest 1 m² wykonanej warstwy w technologii głębokiego recyklingu o określonej grubości projektowej.

Obmiar robót polega na określeniu rzeczywistego zakresu robót.

Obmiaru robót dokonuje Wykonawca wraz z Inspektorem Nadzoru.

8. ODBIÓR ROBÓT

8.1. Ogólne zasady odbioru robót

Odbiór częściowy polega na ocenie ilości i jakości wykonanych robót.

Roboty uznaje się za wykonane zgodnie z dokumentacją projektową i SST, jeżeli wszystkie badania i pomiary z zachowaniem tolerancji wg pkt 6 niniejszej SST dały pozytywne wyniki.

Jeśli warunki umowy przewidują dokonywanie potrąceń, to Zamawiający może w razie niedotrzymania wartości dopuszczalnych dokonać potrąceń według zasad określonych w WT-2 z 2008 r. pkt 9.2.

8.2. Podstawa oceny jakości robót

Podstawą do oceny jakości robót są wyniki badań i pomiarów w zakresie i ilości określonej niniejszą SST.

Badania i pomiary do celów odbiorczych przeprowadza Wykonawca na próbkach pobranych w obecności Inspektora Nadzoru w miejscach przez niego wskazanych.

Badania i pomiary do celów odbiorczych przeprowadzane będą także w laboratorium Zamawiającego. W przypadku rozbieżności wyników, o jakości i odbiorze danego odcinka wykonanej warstwy z mieszanki mineralno-cementowej MMC decydują wartości określone przez laboratorium Zamawiającego.

Wyniki badań są przekazywane Inspektorowi w formie raportów.

W celu oceny jakości robót Laboratorium musi wykonać następujące badania mieszanki MMC oraz wykonanej warstwy:

- zawartość wolnych przestrzeni, wytrzymałość na pośrednie rozciąganie przed i po nasączeniu wodą, wskaźnik odporności na oddziaływanie wody oraz stabilności odkształcenie metodą Marshalla,
- zagęszczenie i nośność warstwy.

Wymienione w SST badania, pomiary i oznaczenia Wykonawca musi wykonać w ilości z częstotliwością zgodną z wymaganiami SST (pkt 6), a wyniki przedstawi Inspektorowi Nadzoru w celach odbiorowych.

Cechy geometryczne wymienione w SST sprawdza Wykonawca, a do celów odbiorczych potwierdza Inspektor Nadzoru.

Laboratorium Zamawiającego wykonuje wyżej wymienione badania w celach sprawdzających, a przedstawione wyniki decydują ostatecznie o dokonaniu odbioru robót lub ewentualnym naliczaniu potrąceń.

9. PODSTAWA PŁATNOŚCI

9.1. Ogólne ustalenia dotyczące podstawy płatności

Ogólne ustalenia dotyczące podstawy płatności podano w SST D-M-00.00.00 „Wymagania ogólne” pkt 9.

9.2. Cena jednostki obmiarowej

Cena wykonania 1 m² warstwy wykonanej w technologii recyklingu głębokiego na zimno metodą przetworzenia na miejscu obejmuje:

- prace pomiarowe i roboty przygotowawcze, tymczasowe i towarzyszące,
- oznakowanie robót,
- oczyszczenie podłoża,
- frezowanie starej nawierzchni bitumicznej (odprężenie),
- profilowanie wraz z przemieszczeniem frezowanego materiału na projektowaną szerokość,
- dostarczenie materiałów (kruszywa, cementu i wody),
- rozłożenie kruszywa doziarniającego na odpowiednią grubość jeśli z opracowanej przez Wykonawcę recepty

-
- wynika konieczność doziarnienia produkowanej mieszanki,
 - wykonanie kruszenia nadziarna jeśli Wykonawca wykona wadliwie odprężanie starej konstrukcji,
 - rozłożenie cementu,
 - mieszanie składników po dodaniu wody,
 - zagęszczenie wykonanej mieszanki głębokiego recyklingu wraz z nadaniem projektowanego profilu,
 - przeprowadzenie pomiarów i badań laboratoryjnych, wymaganych w SST,
 - wykonanie skropienia międzywarstwowego.

10. PRZEPISY ZWIĄZANE

10.1. Normy

BN-64/8931-02	Drogi samochodowe. Oznaczenie modułu odkształcenia nawierzchni podatnych i podłoża przez obciążenie płytą.
BN-68/8931-04	Drogi samochodowe. Pomiar równości nawierzchni planografem i łątą.
BN-77/8931-12	Oznaczenie wskaźnika zagęszczenia gruntu.
PN-B-04481	Grunty budowlane - Badania próbek gruntu.
PN-EN 196-1	Metody badania cementu - Część 1: Oznaczanie wytrzymałości.
PN-EN 197-1	Cement - Część 1: Skład, wymagania i kryteria zgodności dotyczące cementów powszechnego użytku.
PN-EN 1008	Woda zarobowa do betonu - Specyfikacja pobierania próbek, badanie i ocena przydatności wody zarobowej do betonu, w tym wody odzyskanej z procesów produkcji betonu.
PN-EN 1097-5	Badania mechanicznych i fizycznych właściwości kruszyw - Część 5: Oznaczanie zawartości wody przez suszenie w suszarce z wentylacją.
PN-EN 12591	Asfalty i lepiszcza asfaltowe - Wymagania dla asfaltów drogowych.
PN-EN 12697-8	Mieszanki mineralno-asfaltowe - Metody badań mieszanek mineralno-asfaltowych na gorąco - Część 8: Oznaczanie zawartości wolnej przestrzeni.
PN-EN 12697-1	Mieszanki mineralno-asfaltowe - Metody badań mieszanek mineralno-asfaltowych na gorąco - Część 1: Zawartość lepiszcza rozpuszczalnego.
PN-EN 13286-2	Mieszanki niezwiązane i związane hydraulicznie - Część 2: Metody badań laboratoryjnych gęstości na sucho i zawartości wody - Zagęszczanie metodą Proktora.
PN-EN 12697-5	Mieszanki mineralno-asfaltowe - Metody badań mieszanek mineralno-asfaltowych na gorąco - Część 5: Oznaczanie gęstości.
PN-EN 12697-6	Mieszanki mineralno-asfaltowe - Metody badań mieszanek mineralno-asfaltowych na gorąco - Część 6: Oznaczanie gęstości objętościowej próbek mieszanki mineralno-asfaltowej.
PN-EN 12697-8	Mieszanki mineralno-asfaltowe - Metody badań mieszanek mineralno-asfaltowych na gorąco - Część 8: Oznaczanie zawartości wolnej przestrzeni.
PN-EN 12697-23	Mieszanki mineralno-asfaltowe - Metody badań mieszanek mineralno-asfaltowych na gorąco - Część 23: Oznaczanie wytrzymałości mieszanki mineralno-asfaltowej na rozciąganie pośrednie.
PN-EN 12697-34	Mieszanki mineralno-asfaltowe - Metody badań mieszanek mineralno-asfaltowych na gorąco - Część 34: Badanie Marshalla.
PN-EN 13043	Kruszywa do mieszanek bitumicznych i powierzchniowych utrwaleń stosowanych na drogach, lotniskach i innych powierzchniach przeznaczonych do ruchu.
PN-EN 13242	Kruszywa do niezwiązanych i związanych hydraulicznie materiałów stosowanych w obiektach budowlanych i budownictwie drogowym.
PN-S-02205	Drogi samochodowe - Roboty ziemne - Wymagania i badania.

10.2. Inne dokumenty

Podręcznik recyklingu. Wirtgen. 2006r.

Wirtgen Cold Recycling Technology. Germany 2010.

Katalog typowych konstrukcji nawierzchni podatnych i półsztywnych. IBDiM, Warszawa 1997 r.

Rozporządzenie Ministra Transportu i Gospodarki Morskiej z 2 marca 1999 r. w sprawie warunków technicznych, jakim powinny odpowiadać drogi publiczne i ich usytuowanie (Dz. U. nr 43 z 1999 r., poz. 430).

WT-1 Kruszywa do mieszanek mineralno-asfaltowych i powierzchniowych utrwaleń na drogach krajowych. Wymagania techniczne. Warszawa 2010.

WT-2 Nawierzchnie asfaltowe na drogach publicznych. Warszawa 2008. – punkt 9.2

WT-4 Mieszanki niezwiązane do dróg krajowych. Wymagania techniczne. Warszawa 2010.

WT-5 Mieszanki związane spoiwem hydraulicznym do dróg krajowych. Wymagania techniczne. Warszawa 2010.
Warunki techniczne wykonywania warstw podbudowy z mieszanki mineralno cementowo-emulsyjnej (MCE).
Wydanie II uzupełnione. Informacje, instrukcje. Zeszyt 61. IBDiM, Warszawa 1999.
Rafalski L. Podbudowy drogowe. Studia i materiały. Zeszyt 59. IBDiM, Warszawa 2007.