D. 04. 10. 01

PODBUDOWA Z MIESZANKI MINERALNO – CEMENTOWO – EMULSYJNEJ (MCE)

1. WSTĘP

1.1. Przedmiot ST

Przedmiotem niniejszej Szczegółowej Specyfikacji Technicznej są wymagania dotyczące wykonania i odbioru robót związanych z wykonywaniem podbudowy z mieszanki mineralno-cementowo-emulsyjnej w ramach projektu :

"Odbudowa drogi powiatowej nr 3266D, km 0+300 - 6+306 [powódź - wrzesień 2024 r.] - Nowy Waliszów, II etap : km 0+310 - 1+110"

1.2. Zakres stosowania ST

Szczegółowa specyfikacja techniczna jest stosowana jako dokument przetargowy i kontraktowy przy zleceniu i realizacji robót wymienionych w punkcie 1.1.

1.3. Zakres robót objętych ST

Ustalenia zawarte w niniejszej specyfikacji technicznej dotyczą prowadzenia robót związanych z wzmocnieniem konstrukcji nawierzchni na drodze **wojewódzkiej nr 306** i obejmują wykonanie podbudowy z mieszanki mineralno-cementowo-emulsyjnej gr. 20 cm po zagęszczeniu- wykonanej metodą recyklingu głębokiego „na zimno" na miejscu dla kategorii ruchu KR3.

Uwaga: recepturę na mieszankę MCE opracuje Wykonawca w oparciu o materiały rozbiórkowe, kruszywa, cement i emulsję asfaltową.

1.4.Określenia podstawowe

1.4.1. Destrukt – materiał mineralno-bitumiczny (tzn. mineralno-asfaltowy, mineralno-smołowy lub mieszany), mineralno-cementowy lub mineralny powstały w wyniku frezowania lub pokruszenia jednej lub kilku warstw konstrukcyjnych nawierzchni.

1.4.2. Kruszywo doziarniające – kruszywo, którego celem jest korekta krzywej uziarnienia destruktu.

1.4.3. Emulsja asfaltowa – emulsja asfaltowa tak dobrana, aby jej czas rozpadu umożliwił równomierne połączenie wytrąconym asfaltem wszystkich ziarn mieszanki mineralnej oraz ułożenie i zagęszczenie mieszanki w warstwie podbudowy.

1.4.4. Cement – spoiwo hydrauliczne, którego dodatek ma regulować czas rozpadu emulsji oraz poprawić parametry wytrzymałościowe mieszanki MCE.

1.4.5. Mieszanka MCE – mieszanka mineralno-cementowo-emulsyjna o ciągłym uziarnieniu składająca się z destruktu, kruszywa doziarniającego, emulsji asfaltowej, cementu oraz wody wytworzona w miejscu wbudowania w procesie nazywanym recyklingiem głębokim na zimno lub w wytwórni stacjonarnej przystosowanej do wytwarzania mieszanek mineralno-cementowo-emulsyjnych.

1.4.6. Podbudowa z MCE – podbudowa zasadnicza wykonana z mieszanki mineralno-cementowo-emulsyjnej (MCE).Podbudowa z MCE.

1.4.7. Wzajemna tolerancja środków wiążących – tolerancja emulsji asfaltowej z cementem ze względu na rozpad emulsji oraz wiązanie spoiw hydraulicznych.

1.4.8. Próbka destruktu – próbka materiału uzyskana przez frezowanie z reprezentatywnej powierzchni i głębokości warstwy lub pobrana z hałdy w sposób reprezentatywny dla całej hałdy.

1.4.9. Wbudowanie na zimno – proces mieszania i zagęszczania mieszanki MCE, która poprzez rodzaj zastosowanych materiałów wiążących zawierających bitum lub spoiwo hydrauliczne może być wbudowywana w temperaturze otoczenia.

1.4.10. Optymalna zawartość płynów – zawartość wody i asfaltu pozwalająca na osiągnięcie maksymalnej gęstości objętościową w przyjętej metodzie zagęszczania próbek (odpowiednik wilgotności optymalnej dla gruntów).

Pozostałe określenia podstawowe są zgodne z odpowiednimi polskimi normami, z definicjami podanymi w SST D-M.00.00.00 "Wymagania ogólne" oraz Instrukcji Projektowania i Wbudowywania Mieszanek Mineralno-Cementowo-Emulsyjnych (MCE) opracowanej na zlecenie GDDKiA w 2014 r.

1.5. Ogólne wymagania dotyczące robót

Ogólne wymagania dotyczące robót podano w SST D-M.00.00.00 "Wymagania ogólne".

2. MATERIAŁY

2.1. Ogólne wymagania dotyczące materiałów

Ogólne wymagania dotyczące materiałów, ich pozyskiwania i składowania, podano w ST D-M.00.00.00 "Wymagania ogólne".

Do wytwarzania mieszanek mineralno-cementowo-emulsyjnych należy stosować następujące materiały wyjściowe:
- destrukt,
- kruszywo doziarniające,
- spoiwa hydrauliczne,
- emulsję asfaltową,
- wodę.

Ostateczną przydatność stosowanych materiałów należy określić na podstawie badań gotowej mieszanki MCE. Możliwe jest, że pomimo spełnienia wymagań na etapie doboru materiałów gotowa mieszanka MCE nie osiągnie wymaganych parametrów. Wówczas należy ponownie przeprowadzić proces projektowania mieszanki MCE zmieniając jej składniki lub ich proporcje.

2.2. Destrukt

Destrukt to materiał mineralno-bitumiczny (tzn. mineralno-asfaltowy, mineralno-smołowy lub mieszany), mineralno-cementowy lub mineralny powstały w wyniku frezowania lub pokruszenia jednej lub kilku warstw konstrukcyjnych nawierzchni w temperaturze otoczenia. Destrukt powinien być rozkruszony do 31,5 mm. Uziarnienie destruktu powinno być ciągłe i spełniać następujące wymagania:
- zawartość nadziarna od 31,5 do 63 mm do 20 %,
- zawartość ziaren mniejszych od 31,5mm do 100 %,
- zawartość ziaren mniejszych od 0,063 mm do 5 %.

Destrukt nie powinien zawierać zanieczyszczeń obcych ani organicznych.
Dopuszczalny poziom zanieczyszczeń jest następujący:
- zanieczyszczenia organiczne, ocena wizualna - brak zanieczyszczeń,
- zanieczyszczenia obce wg PN-EN 933-11 „Badania geometrycznych właściwości kruszyw. Część 11: Klasyfikacja składników kruszywa grubego z recyklingu”, Σ (Rb, Rg, X)≤ 1 % m/m.

Dodatkowo dla destruktu należy określić, w celach informacyjnych:
- rodzaj lepiszcza w destrukcie (smoła, asfalt). Oznaczenie rodzaju lepiszcza należy przeprowadzić organoleptycznie lub na podstawie oceny wizualnej przy wykorzystaniu preparatu opracowanego do wykrywania wielopierścieniowych węglowodorów aromatycznych (np. Pak-Marker firmy Interlab) oraz lampy ultrafioletowej.
- stosunek materiału związanego do niezwiązanego, ocenę przeprowadza się wizualnie z dokładnością do 10 %.

2.3.Kruszywo doziarniające

Kruszywo doziarniające do mieszanki mineralno-cementowo-emulsyjnej powinno spełniać wymagania normy PN-EN 13242 „Kruszywa do niezwiązanych i związanych hydraulicznie materiałów stosowanych w obiektach budowlanych i budownictwie drogowym”. Dopuszczone jest stosowanie kruszywa drobnego, kruszywa grubego oraz kruszywa o ciągłym uziarnieniu. Wymagania dla kruszyw podano w tablicy 1.

Tablica 1. Wymagania wobec kruszyw do mieszanek mineralno-cementowo-emulsyjnych wg PN-EN 13242 „Kruszywa do niezwiązanych i związanych hydraulicznie materiałów stosowanych w obiektach budowlanych i budownictwie drogowym”.

Rozdział i odniesienie w PN-EN 13242	Właściwości	Wymagania wobec kruszyw	
		KR1÷KR2	**KR3÷KR4**
4.1. – 4.2. Tabl. 1	Zestaw sit #	0; 0,063; 1; 2; 4; 5,6; 8; 11,2; 16; 22,4; 31,5; 45; 56; 63; 90 (zestaw podstawowy plus zestaw 1)	
		Wszystkie frakcje dozwolone	

4.3.1.	Uziarnienie wg PN-EN 933-1	GC80/20 GF80 GA75	GC80/20 GF80 GA75
4.3.2.	Ogólne granice i tolerancje uziarnienia kruszywa grubego na sitach pośrednich wg PN-EN 933-1	GTC25/15	GTC25/15
4.3.3.	Tolerancje typowego uziarnienia kruszywa drobnego i kruszywa o ciągłym uziarnieniu wg PN-EN 933-1	GTF10 GTA20	GTF10 GTA20
4.4.	Kształt kruszywa grubego wg PN-EN 933-4: - Maksymalne wartości wskaźnika płaskości - Maksymalne wartości wskaźnika kształtu	FI50 SI55	FI35 SI40
4.5.	Kategorie procentowych zawartości ziaren o powierzchni przekruszonej lub łamanej oraz ziaren całkowicie zaokrąglonych w kruszywie grubym wg PN-EN 933-5	CNR	C50/30
4.6.	Zawartość pyłów wg PN-EN 933-1	fDeklarowana	fDeklarowana
5.2.	Odporność na rozdrabnianie wg PN-EN 1097-2, kategoria nie wyższa niż	LA50	LA40
5.5.	Nasiąkliwość wg PN-EN 1097-6, rozdział 7, 8 albo 9 (w zależności od frakcji)	WA242*	5.5.
6.2.	Siarczany rozpuszczalne w kwasie wg PN-EN 1477-1	ASNR	ASNR
6.3.	Całkowita zawartość siarki wg PN-EN 1477-1	SNR	SNR
6.4.2.1.	Stała objętość żużla stalowniczego wg PN-EN 1744-1:1998, rozdział 19.3	V5	V5
6.4.2.2.	Rozpad krzemianowy w żużlu wielkopiecowym kawałkowym wg PN-EN 1744-1:1998, rozdział 19.1	Brak rozpadu	
6.4.2.3.	Rozpad żelazawy w żużlu wielkopiecowym kawałkowym wg PN-EN 1744-1:1998, rozdział 19.2	Brak rozpadu	
7.2.	Zgorzel słoneczna bazaltu wg PN-EN 1367-3, wg PN-EN 1097-2	SBLADeklarowana	
7.3.3.	Mrozoodporność na frakcji 8/16 wg PN-EN 1367-1**	- Skały magmowe i przeobrażone F4, - Skały osadowe $F_{Deklarowane}$, nie więcej niż 10 %.	

* - W przypadku, gdy wymaganie nie jest spełnione należy sprawdzić mrozoodporność.
** - Wymagane w przypadku, gdy wymaganie nasiąkliwości nie jest spełnione.

2.4. Spoiwa - cement

Należy stosować cement portlandzki CEM I lub cement portlandzki wieloskładnikowy CEM II klasy 32,5 lub 42,5 spełniający wymagania PN-EN 197-1 „Cement. Część 1: Skład, wymagania i kryteria zgodności dotyczące cementów powszechnego użytku". Stosowanie innych spoiw hydraulicznych jest dopuszczone, o ile ich korzystne działanie zostało potwierdzone na etapie wykonywania recepty laboratoryjnej oraz potwierdzone w trakcie wykonania odcinka próbnego.

2.5. Emulsja asfaltowa

Należy stosować emulację kationową przeznaczoną do mieszanek mineralno-cementowo-emulsyjnych C60B10 R według PN-EN 13808 „Asfalty i lepiszcza asfaltowe. Zasady klasyfikacji kationowych emulsji asfaltowych". Zaleca się, aby emulsja spełniała dodatkowo następujące warunki:
- rodzaj asfaltu: 50/70 lub 70/100 wg PN-EN 12591 „Asfalty i lepiszcza asfaltowe. Wymagania dla asfaltów drogowych",
- brak rozpuszczalników i topników,
- emulsja powinna charakteryzować się dobrą tolerancją ze spoiwem.

Do skropienia MCE należy stosować emulsję asfaltową C60 BP3 ZM. Badania emulsji należy wykonać zgodnie z PN-EN 13808 Asfalty i lepiszcza asfaltowe. Zasady klasyfikacji kationowych emulsji asfaltowych.

2.6. Woda

Należy stosować wodę spełniającą wymagania zawarte w PN-EN 1008 „Woda zarobowa do betonu. Specyfikacja
pobierania próbek, badania i ocena przydatności wody zarobowej do betonu w tym wody odzyskanej z procesów produkcji betonu". Bez badań laboratoryjnych można stosować wodociągową wodę pitną.

3. SPRZĘT

3.1. Ogólne wymagania dotyczące sprzętu

Ogólne wymagania dotyczące sprzętu podano w ST D-M.00.00.00 "Wymagania ogólne".

3.2. **Do wytwarzania mieszanki MCE można stosować:**

- wytwórnie stacjonarne,
- recyklery,
- zestawy składające się z kilku niezależnych maszyn.

3.3. Wytwórnie stacjonarne stosowane do wytworzenia mieszanki MCE powinny mieć możliwość równoczesnego mieszania destruktu, kruszywa doziaraniającego, emulsji asfaltowej, cementu i wody.

3.4. Recyklery, czyli urządzenia mobilne wyposażone w elementy:

· do frezowania warstw nawierzchni,
· do pobierania destruktu,
· do doziarniania destruktu,
· do równoczesnego dozowania środków wiążących (emulsji i cementu) oraz wody,
· do mieszania składników mieszanki przy użyciu mieszalnika o wymuszonym mieszaniu,
· do rozkładania i wbudowywania mieszanki MCE.

Recyklery można stosować do wytworzenia mieszanki mineralno-cementowo-emulsyjnej, o ile wykaże się ich skuteczność na odcinku próbnym i umożliwia to zaprojektowana technologia wykonania robót.

3.5. Do wykonania mieszanki MCE można również stosować zestawy składające się z kilku niezależnych maszyn wykonujących czynności wymagane do prawidłowego przeprowadzenia recyklingu na miejscu, na zimno o ile wykaże się ich skuteczność na odcinku próbnym.

3.6. Do zagęszczania mieszanki MCE należy stosować jako podstawowe ciężkie walce stalowe, wibracyjne o wadze minimum 14 ton. Dodatkowo można stosować inne walce (np. ogumione, stalowe) w celu nadania efektu końcowego wykonywanej warstwie. Efektywność zagęszczania powinna być sprawdzona na odcinku próbnym, przed przystąpieniem do właściwych prac.

4. TRANSPORT

4.1.Ogólne wymagania dotyczące transportu

Ogólne wymagania dotyczące transportu podano w STWiORB D-M.00.00.00 "Wymagania ogólne".

4.2 Transport

Kruszywa oraz destrukt można przewozić dowolnymi środkami transportu w warunkach zabezpieczających je przed zanieczyszczeniem, zmieszaniem z innymi asortymentami i nadmiernym zawilgoceniem.

Transport cementu powinien odbywać się w sposób chroniący go przed zawilgoceniem, zbryleniem i zanieczyszczeniem. Zaleca się transport cementu luzem w odpowiednich cysternach przystosowanych do przewozu materiałów sypkich.

Transport emulsji powinien odbywać się w sposób chroniący przed zanieczyszczeniem oraz przed utratą właściwości użytkowych. Zaleca się, aby transport emulsji odbywał się w odpowiednich cysternach przystosowanych do przewozu lepiszcza.

Do transportu wody należy stosować cysterny samochodowe lub ciągnikowe.

Mieszanka MCE powinna być transportowana samochodami samowyładowczymi, przykryta plandekami w celu ograniczenia utraty wody z mieszanki MCE. Czas transportu mieszanki powinien być nie dłuższy niż 2 h. Jest to związane z czasem rozpadu emulsji. Jeżeli wykonawca wykaże, że czas rozpadu emulsji jest dłuższy to można wydłużyć czas transportu mieszanki MCE.

5. WYKONANIE ROBÓT

5.1 Ogólne zasady wykonania robót

Ogólne zasady wykonywania robót podano w STWiORB D-M.00.00.00 "Wymagania ogólne".

5.2.Warunki przystąpienia do robót

Warstwę MCE z zastosowaniem emulsji można wykonywać w okresie, w którym temperatura otoczenia w ciągu doby nie spada poniżej +5°C. Nie dopuszcza się wykonywania robót podczas opadów atmosferycznych.

5.3.Podłoże

Podłoże powinno być oczyszczone zgodnie z STWiORB D04.03.01

5.4. Projektowanie mieszanki MCE

5.1. Mieszanka mineralna

Mieszanka mineralna MCE może składać się z destruktu lub destruktu i kruszywa doziarniającego. Uziarnienie mieszanki mineralnej powinno być tak dobrane, aby zapewnić z jednej strony nośny szkielet mineralny, a z drugiej
strony odpowiednią urabialność niezbędną dla zapewnienia dobrej zagęszczalności i utrzymania wymaganego poziomu wolnej przestrzeni w zagęszczonej warstwie.
Materiały powinny spełniać wymagania zawarte w rozdziale 2.
Uziarnienie mieszanki MCE powinno być ciągłe. Maksymalny wymiar ziarna nie powinien być większy niż 31,5 mm, przy czym dopuszcza się do 20 % nadziarna. Uziarnienie mieszanki mineralnej MCE powinno mieścić się w przedziale podanym w tablicy 5.1 oraz na rysunkach 5.1 i 5.2. Uziarnienie mieszanki mineralnej określa się bez uwzględniania cementu.

Dopuszczalne jest zaprojektowanie mieszanki mineralnej MCE bez kruszywa doziarniającego, o ile osiągnięte zostaną wymagania dotyczące cech fizycznych i mechanicznych.
Tablica 2. Uziarnienie mieszanki mineralnej MCE

Sito # [mm]	Mieszanka MCE dla KR 1÷2	**Mieszanka MCE dla KR 3÷4**
63,0	100	100
31,5	80 – 100	80 – 100
16,0	55 – 100	55 – 93
8,0	35 – 90	35 – 80
4,0	25 – 75	25 – 67
2,0	16 – 60	16 – 55
1,0	9 – 45	9 – 43
0,5	5 – 35	5 – 33
0,125	2 – 18	2 – 15
0,063 0	0 – 12	0 – 12

5.2. Środki wiążące
Jako środki wiążące należy stosować emulsję asfaltową i cement. Emulsja asfaltowa oraz cement powinny spełniać wymagania określone w rozdziale 2
Dla wyboru kombinacji środków wiążących należy przyjąć, jako orientacyjne następujące ilości:
- emulsja asfaltowa: od 2 do 6% wagowo,
- cement: od 1 do 4% wagowo.
W szczególnych przypadkach może okazać się, że zawartość środków wiążących powinna być inna niż zalecana. Takie rozwiązanie jest możliwe, o ile zostaną osiągnięte wymagania podane w tablicy 5.2 a na odcinku próbnym zostaną potwierdzone parametry wymagane dla warstwy wykonanej z mieszanki MCE.
Należy dążyć do takiej kombinacji środków wiążących, aby ilość cementu była jak najmniejsza, aby tym samym zminimalizować ryzyko powstania spękań odbitych.

5.3. Projektowanie mieszanki MCE
5.3.1. Projektowanie mieszanki mineralno-cementowo-emulsyjnej powinno odbywać się według następującej procedury:
1. Dobranie materiałów wyjściowe do opracowania mieszanki mineralnej MCE.
2. Dobranie środków wiążących do przygotowania mieszanki MCE.
3. Wyznaczenie optymalnej zawartości płynów.
4. Wyznaczenie ilości wody potrzebnej do dodania w celu uzyskania optymalnej zawartości płynów.
5. Uformowanie próbek z mieszanki mineralno-cementowo-emulsyjnej w celu określenia cech fizycznych i mechanicznych wykonywanej mieszanki.
6. Przechowywanie próbek przez okres dojrzewania.
7. Przeprowadzenie wymaganych badań w celu określenia cech fizycznych i mechanicznych.
8. Opracowanie recepty mieszanki MCE.
5.3.2. Dobór materiałów do opracowania mieszanki mineralnej MCE polega na sprawdzeniu ich przydatności na podstawie porównania ich właściwości z wymaganiami określonymi w rozdziale 2. Dobór składu mieszanki mineralnej polega na takim skomponowaniu mieszanki mineralnej, aby uziarnienie spełniało wymagania podane w tablicy 2. Kompozycja powinna zawierać maksymalną ilość materiału z rozbiórki oraz tak dobrane materiały doziarniające, aby uzyskać jak najlepsze parametry gotowej mieszanki MCE przy jak najmniejszym doziarnieniu oraz jak najmniejszym dodatku środków wiążących.

5.3.3. Destrukt do badań należy pobrać frezarką z nawierzchni tak, aby uzyskać materiał jak najbardziej zbliżony do tego, jaki wystąpi podczas przetwarzania nawierzchni. Przy próbnym frezowaniu należy zachować porównywalne warunki (np. głębokość frezowania) do tych, jakie wystąpią w procesie wytwarzania i wbudowania MCE. Od jednorodności materiałów na etapie opracowywania recepty oraz wykonywania warstwy zależy jakość wykonanej podbudowy z mieszanki MCE. W przypadku pobierania materiału z hałdy należy pobrać materiał reprezentatywny dla danej hałdy. Minimalna waga próbki z jednego odcinka lub z jednorodnego materiału powinna wynosić około 150 kg.
5.3.4. Dobór środków wiążących powinien zależeć od celów jakie stawia się wykonywanej podbudowie. O ile rodzaj emulsji, ze względu na rozwiązania normowe, nie ulegnie zmianie to pewne efekty można uzyskać stosując odpowiednie rodzaje cementu. W przypadku konieczności szybkiego wykorzystania wykonanej podbudowy należy stosować cementy szybkowiążące, w pozostałych przypadkach cementy wolnowiążące. Aby szybciej uzyskać wczesną wytrzymałość można też stosować cementy klasy 42,5. W obu przypadkach należy pamiętać, aby nie wykonać zbyt sztywnej mieszanki MCE, ponieważ może to skutkować szybkim skurczem, a co się z tym wiąże ze spękaniem podbudowy i w konsekwencji z powstawaniem spękań odbitych w nawierzchni asfaltowej.

5.3.5. Przy wyborze składu mieszanki materiałów budowlanych należy uwzględnić informacje pochodzące od Zamawiającego, takie jak obciążenie ruchem, rodzaj warstw górnych nad warstwą z mieszanki MCE, jak również uwarunkowania lokalne, klimatyczne i topograficzne. Ponadto należy wziąć pod uwagę informacje o spodziewanej ilości destruktu, potencjalnych środkach wiążących i materiałach doziarniających.
5.3.6. Próbki do badań mieszanki MCE należy zagęszczać przy optymalnej zawartości płynów.
5.3.7. Na optymalną zawartość płynów składa się woda pochodząca z emulsji, woda zawarta w materiałach i stanowiąca o ich wilgotności oraz woda dodana do mieszanki. Dodatkowo pewien wpływ na urabialność mieszanki ma asfalt zawarty w emulsji. Aby określić ilość dodawanej wody w celu uzyskania optymalnej zawartości płynów, należy uwzględnić wszystkie te składniki. Określenie ilości dodawanej wody do gotowej mieszanki MCE przeprowadza się na podstawie następującej zależności:

Wdod = Wopt - Wnat - Wem - 0,5 x B
gdzie:
Wdod - ilość dodawanej wody do mieszanki [%],
Wopt - optymalna zawartość płynów [%],
Wnat - wilgotność naturalna mieszanki mineralnej (destruktu i kruszyw) [%],
Wem - zawartość wody pochodzącej z emulsji asfaltowej [%],
B - zawartość asfaltu pochodzącego z emulsji asfaltowej [%].

5.3.8. Optymalną zawartość płynów określa się w oparciu o metodę Proctora, zgodnie z normą PN-EN 13286-2 „Mieszanki niezwiązane i związane hydraulicznie. Część 2: Metody badań laboratoryjnych gęstości na sucho i zawartości wody. Zagęszczanie metodą Proktora”1. Optymalną zawartość płynów w mieszance mineralnej określa się według metody zmodyfikowanej, w dużym cylindrze (cylinder B), przy następujących założeniach:
1. Należy przygotować mieszankę mineralną z destruktu, kruszywa doziarniającego oraz 2 % cementu.
2. Do każdej porcji mieszanki dodać wodę tak, aby każda kolejna próbka miała wilgotność większą o 1,0 – 1,5 %.
3. Norma ta dopuszcza materiał o uziarnieniu do 31,5 mm, dlatego też należy odsiać nadziarno i zastąpić je materiałem drobniejszym o uziarnieniu od 22 do 31,5 mm.
5.3.9. Przed wykonaniem próbek należy sprawdzić stabilność emulsji asfaltowej w kontakcie z cementem. Badanie należy przeprowadzić zgodnie z PN-EN 12848 „Asfalty i lepiszcza asfaltowe. Oznaczanie stabilności emulsji asfaltowych podczas mieszania z cementem”.
5.3.10. Do dalszych badań należy przygotować próbki różniące się zawartością emulsji asfaltowej lub zawartością cementu. Badania mieszanki MCE należy przeprowadzać na mieszankach z minimum trzema zawartościami pierwszego środka wiążącego, przy stałej zawartości drugiego środka wiążącego. W przypadku stałej ilości cementu ilość emulsji powinna wynosić w kolejnych mieszankach odpowiednio 2 , 4 i 6%. W przypadku stałej zawartości emulsji ilość cementu w kolejnych mieszankach powinna wynosić odpowiednio 1, 2 i 3%, wyjątkowo 4%. W razie potrzeby, gdy nie można uzyskać wymaganych parametrów, należy zmienić środek wiążący lub skorygować mieszankę mineralną.

5.3.11. Próbki do dalszych badań przygotowuje się w następujący sposób:

1. Do przygotowanej mieszanki destruktu i kruszywa należy dodać cement i wodę. Można dodawać cement i wodę w postaci zaczynu, ułatwi to proces mieszania. Stosunek w/c zaczynu powinien być zbliżony do 1, jednak w żadnym przypadku nie może być mniejszy od 0,5.
2. Do wymieszanego destruktu z kruszywem, wodą i cementem należy dodać emulsję asfaltową i wymieszać wszystko w celu uzyskania jednorodnej mieszanki MCE.
3. Wskazane jest aby mieszanie odbywało się w mieszarkach laboratoryjnych. Całkowity czas mieszania nie powinien być dłuższy niż 2 minuty. W przypadku mieszania ręcznego czas mieszania powinien być tak dobrany, aby umożliwić uzyskanie jednorodnej mieszanki.
4. Przygotowanie próbnych mieszanek MCE musi tak przebiegać, aby osiągnięte zostało jednorodne rozprowadzenie środków wiążących w mieszance mineralnej.
5. Zagęszczenie próbek powinno odbywać się w ubijakach Marshalla, w perforowanych formach (co najmniej 24 otwory o średnicy 2 mm rozmieszczone równomiernie na pobocznicy formy). Należy wykonać próbki o średnicy 101±2 mm oraz wysokości 63,5±3,5 mm. Próbki należy zagęszczać stosując 75 uderzeń na każdą stronę próbki. Zagęszczanie należy wykonać zgodnie z procedurą opisaną w normie PN-EN 12697-30 „Mieszanki mineralno-asfaltowe. Metody badań mieszanek mineralno-asfaltowych na gorąco. Część 30: Przygotowanie próbek zagęszczonych przez ubijanie".
6. Dla każdej kombinacji zawartości środków wiążących należy wykonać po 15 próbek dla pojedynczego składu.
7. Próbki po zagęszczeniu należy przechowywać w formach przez 20÷24 h. Podczas wyjmowania próbek należy zachować szczególną ostrożność, aby ich nie uszkodzić. Do wyjmowania próbek należy zastosować prasę hydrauliczną lub wyciskarkę ręczną. Próbek nie należy wybijać z formy przy użyciu młotka.
8. Po wyjęciu próbek 3 najbardziej uszkodzone należy odrzucić pozostawiając 12 najlepiej uformowanych próbek do dalszych badań.

5.3.12. Próbki po wykonaniu i wyjęciu z form powinny być odpowiednio kondycjonowane, w następujących warunkach:
1. Pierwszy dzień po zagęszczeniu próbki powinny być przechowywane w temperaturze +20 ± 5°C (temperatura pokojowa), w formach, w których zostały zagęszczone.
2. Od 1 do 7 dnia następuje przechowywanie suche przy względnej wilgotności od 40% do 70%, przy temperaturze powietrza +20 ± 5°C.
3. W siódmym dniu 3 próbki przeznaczone do badania wytrzymałości na pośrednie rozciąganie po 7 dniach przygotowuje się do badania.
4. Przed wykonaniem badań wytrzymałości 7-dniowej należy oznaczyć gęstość objętościową dla każdej próbki, a po badaniu gęstość dla całej mieszanki MCE w celu określenia zawartości wolnych przestrzeni próbkach wykonanych z mieszance MCE.
5. Pozostałe próbki przechowuje się w warunkach suchych przy względnej wilgotności od 40% do 70%, przy temperaturze powietrza +20 ± 5°C.
6. 14-tego dnia próbki dzieli się na dwie grupy.
7. Jedną grupę próbek przechowuje się w powietrzu w +20 ± 5°C przez kolejne 14 dni.
8. Drugą grupę próbek umieszcza się w kąpieli wodnej o temperaturze +20 ± 5°C, przy całkowitym ich przykryciu na kolejne 14 dni.
9. 28. dnia próbki przechowywane w warunkach suchych jak również próbki przechowywane w warunkach sucho/mokrych przygotowuje się do badania wytrzymałości na pośrednie rozciąganie oraz badania modułu sztywności.
10. Badania wytrzymałości na pośrednie rozciąganie oraz modułu sztywności przeprowadza się w temperaturze +5ºC. Próbki przed badaniem należy co najmniej przez 4 h przechowywać w temperaturze badania, a samo badanie należy przeprowadzić w jak najkrótszym czasie po wyjęciu próbek z komory chłodniczej.
5.3.13. Mieszanka mineralno-cementowo-emulsyjna powinna charakteryzować się odpowiednimi parametrami fizycznymi oraz mechanicznymi. Do oceny mieszanki MCE służą:
- zawartość wolnych przestrzeni,
- wytrzymałość na pośrednie rozciąganie,
- moduł sztywności,
- odporność na działanie wody, czyli pozostała wytrzymałość na pośrednie rozciąganie po przechowywaniu próbek w wodzie.

5.3.14. Zawartość wolnych przestrzeni w uformowanych próbkach MCE określa się na próbkach po siedmiu dniach przechowywania według procedury opisanej w punkcie 5.3.12. Zawartość wolnych przestrzeni należy wyznaczyć zgodnie z normą PN-EN 12697-8 „Mieszanki mineralno-asfaltowe. Metody badań mieszanek mineralno-asfaltowych na gorąco. Część 8: Oznaczanie zawartości wolnej przestrzeni", gęstość objętościową należy oznaczyć dla każdej

próbki zgodnie z normą PN-EN 12697-6 „Mieszanki mineralno-asfaltowe. Metody badań mieszanek mineralno-asfaltowych na gorąco. Część 6: Oznaczanie gęstości objętościowej próbek mieszanki mineralno-asfaltowej" metodą D, gęstość należy oznaczyć dla każdej mieszanki (materiał uśredniony z kilku próbek) zgodnie z normą PN-EN 12697-5 „Mieszanki mineralno-asfaltowe. Metody badań mieszanek mineralno-asfaltowych na gorąco. Część 5: Oznaczanie gęstości". Badanie należy wykonać metodą A, w wodzie.

5.3.15. Wytrzymałość na pośrednie rozciąganie ITS należy wyznaczyć zgodnie z normą PN-EN 12697-23 „Mieszanki mineralno-asfaltowe. Metody badań mieszanek mineralno-asfaltowych na gorąco. Część 23: Oznaczanie wytrzymałości mieszanki mineralno-asfaltowej na rozciąganie pośrednie".
Badania należy przeprowadzić w następujących warunkach:
- temperatura badania +5ºC,
- prędkość przesuwu tłoka 50 mm/min.

5.3.16. Moduł sztywności należy oznaczyć metodą IT-CY zgodnie z normą PN-EN 12697-26 „Mieszanki mineralno-asfaltowe. Metody badań mieszanek mineralno-asfaltowych na gorąco. Część 26: Sztywność".
Badania należy przeprowadzić w następujących warunkach:
- temperatura badania +5ºC,
- czas przyrostu odkształcenia 124±4 ms,
- docelowy poziom deformacji 5 µm,
- czas pomiędzy cyklami obciążenia 3 s,
- ilość obciążeń próbnych 10,
- współczynnik Poissona 0,3.

5.3.17. Wymagane parametry dla mieszanki MCE podano w tablicy 5.2. Decydującym kryterium przydatności mieszanki MCE są parametry uzyskane po 28 dniach od zagęszczenia. Parametry mechaniczne uzyskane po 7 dniach należy traktować jako wymagania pomocnicze.

5.3.18. Moduł sztywności należy badać tylko na etapie opracowywania recepty, aby sprawdzić, czy mieszanka MCE nie jest zbyt sztywna.

Tablica 3. Wymagania w odniesieniu do próbek z mieszanki MCE

Cecha:	Wymagane wartości:	
	Ruch KR1÷KR2	**Ruch KR3÷KR4**
Zawartość wolnych przestrzeni [%]	od 8 do 18 maksymalnie 14[1)]	od 8 do 15 maksymalnie 12[1)]
Wytrzymałość na pośrednie rozciąganie, T = + 5°C, po 7 dniach, [MPa]	od 0,40 do 0,80	od 0,50 do 1,00
Wytrzymałość na pośrednie rozciąganie, T = +5°C po 28 dniach, [MPa]	od 0,60 do 1,40	od 0,70 do 1,60
Moduł sztywności IT-CY, T = +5°C po 28 dniach, [MPa]	od 1500 do 5000	od 2000 do 7000
Odporność na działanie wody (pozostała wytrzymałość na pośrednie rozciąganie po przechowywaniu próbek w wodzie), T = +5°C po 28 dniach, [%]	nie mniej niż 70	nie mniej niż 80

1) - Materiały rozbiórkowe zawierające smołę.

5.3.19. Na podstawie przeprowadzonych prac należy opracować receptę mieszanki MCE. Recepta powinna zawierać:
- Rodzaj i pochodzenie składników mineralnych wykorzystanych do skomponowania mieszanki MCE.
- Rodzaj i pochodzenie poszczególnych środków wiążących.
- Ilość poszczególnych składników mineralnych, spoiw oraz wody niezbędnych do wytworzenia mieszanki MCE.
- Uziarnienie mieszanki mineralnej.
- Parametry mieszanki MCE uzyskane w trakcie badań laboratoryjnych.
- Inne informacje niezbędne do prawidłowego wykorzystania recepty.

5.3.20. Niezbędny czas na wykonanie pełnych badań związanych z wykonaniem recepty wynosi 6÷8 tygodni. Należy to uwzględnić przy projektowaniu prac związanych z wykonywaniem recyklingu na zimno z wykorzystaniem mieszanek MCE.
Recepta wymaga akceptacji Inżyniera.

5.4. Wykonywanie warstwy podbudowy z mieszanki MCE

5.4.1. Podbudowa z mieszanki MCE powinna być wykonana z zachowaniem wszelkich zasad gwarantujących uzyskanie jednorodnej, zagęszczonej warstwy bez widocznych miejsc słabszych, uszkodzonych lub rozsegregowanych.

5.4.2. Podbudowa z mieszanki MCE powinna być wbudowywana na nośnym podłożu spełniającym wymagania określone w Dokumentacji Technicznej. W przypadku wbudowania podbudowy z mieszanki MCE na podłożu o niewystarczającej nośności nie uzyska się wystarczającej trwałości podbudowy, co w konsekwencji może doprowadzić do przedwczesnych uszkodzeń nawierzchni.

5.4.3. Wbudowywanie mieszanki MCE powinno odbywać się z zastosowaniem sprzętu opisanego w rozdziale 3. Ostateczną przydatność sprzętu do wykonania warstwy z mieszanki MCE należy potwierdzić na odcinku próbnym.

5.4.4. Transport materiałów wyjściowych lub gotowej mieszanki MCE powinien odbywać się w sposób opisany w rozdziale 4.

5.4.5. Przed przystąpieniem do robót, o ile zachodzi taka potrzeba, należy wykonać odcinek próbny. W trakcie wykonywania odcinka próbnego należy sprawdzić:

- Przydatność zaproponowanej recepty do wykonania warstwy podbudowy z mieszanki MCE.
- Przydatność sprzętu oraz dobór środków transportu mieszanki MCE.
- Jednorodność wykonania warstwy z mieszanki MCE oraz efektywność sprzętu zagęszczającego.
- Parametry warstwy wykonanej z mieszanki MCE.

Odcinek próbny należy wykonać zawsze dla dróg obciążonych ruchem KR3÷KR4. W przypadku dróg obciążonych ruchem KR1÷KR2 odcinek próbny wykonujemy, gdy Wykonawca w ciągu ostatnich 6 miesięcy nie wykonywał podbudowy z mieszanki MCE. Gdy Wykonawca w ciągu ostatnich 6 miesięcy wykonał co najmniej jedno porównywalne zadanie z zastosowaniem mieszanki MCE z wykonywania odcinka próbnego można zrezygnować. W takim przypadku należy w ciągu pierwszych dni produkcji szczególnie starannie sprawdzać, czy jakość wykonywania prac jest zadawalająca.

5.4.6. W trakcie wbudowywania mieszanki MCE należy kontrolować jej urabialność.
Może okazać się, że wyznaczona w laboratorium ilość dodawanej wody wymaga niewielkiej korekty (zwiększenia) ze względu na zbyt małą urabialność mieszanki. Korekta nie powinna być większa od 1%.

5.4.7. Grubości minimalna projektowanej warstwy po zagęszczeniu nie powinna, ze względów technologicznych, być mniejsza od 15 cm, natomiast grubość maksymalna projektowanej warstw po zagęszczeniu, ze względu na konieczność uzyskania dobrego zagęszczenie w całym przekroju nie powinna przekraczać 25 cm.

5.4.8. Do zagęszczania warstwy wykonanej z mieszanki MCE należy stosować przede wszystkim ciężkie walce stalowe, wibracyjne o ciężarze roboczym minimum 14 ton. Dodatkowo można stosować walce ogumione lub lekkie stalowe do zamknięcia powierzchni warstwy.

Przydatność walców do zagęszczania powinna być sprawdzona na odcinku próbnym. Prawidłowe zagęszczenie warstwy w całym jej przekroju decyduje o jej trwałości.

5.4.9. Mieszanka MCE powinna być wbudowywana przy temperaturach otoczenia wyższych od +5°C. Wbudowywanie w niższych temperaturach spowalnia wiązanie spoiw oraz rozpad emulsji asfaltowej. W takich sytuacjach należy wydłużyć czas przewidziany na wstępne związanie warstwy.

5.4.10. Przy wbudowywaniu mieszanki MCE kilkoma pasami ze spoiną podłużną należy minimum 10 cm gotowego pasma wcześniej wbudowanej mieszanki MCE sfrezować i na nowo przerobić tak, aby uzyskać dobre połączenie sąsiednich pasm.

5.4.11. Wykonywanie szwa poprzecznego powinno polegać na pionowym obcięciu krawędzi, usunięciu odciętego fragmentu podbudowy oraz rozpoczęciu wbudowywania warstwy od pionowej krawędzi. Obcięcie można wykonać piłą lub frezarką. Przed rozpoczęciem wbudowywania warstwy obcięty fragment należy uszczelnić gorącym asfaltem lub emulsją asfaltową.

5.4.12. Ruch i wbudowanie następnej warstwy może rozpocząć się po osiągnięciu przez warstwę MCE nośności 7 dniowej określonej w tablicy 6.1. Wymaganą nośność można uzyskać, przy normalnej pogodzie, po 4 do 7 dniach od wbudowania warstwy.

5.4.13. W uzasadnionych przypadkach dopuszcza się wbudowywanie kolejnych warstw po osiągnięciu minimum 70 % nośności wymaganej w tablicy 4 po 7 dniach. W takich przypadkach przez minimum 7 dni należy możliwie ograniczyć ruch budowlany. W przypadku przykrycia warstwy przed upływem 7 dni od jej wbudowania ocena warstwy powinna odbyć się na podstawie pomiarów przeprowadzonych przed przykryciem. Warstwa powinna osiągnąć minimum 70% wartości wymaganych po 7 dniach od jej wbudowania.

5.5. Pielęgnacja wykonanej warstwy z mieszanki MCE

5.5.1. Jako zabieg pielęgnacyjny, ze względu na przejazdy pojazdów budowy oraz dla uzyskania powiązania z kolejnymi warstwami można zastosować skropienie emulsją asfaltową i posypanie kruszywem grubym o uziarnieniu do 11,2 mm. W pozostałych przypadkach należy wykonać warstwę sczepną według ogólnych zasad.
5.5.2. W trakcie wykonywania mieszanki MCE w czasie wysokich temperatur może okazać się konieczna pielęgnacja warstwy poprzez zraszanie jej wodą. Decyzję o takim zabiegu powinien podjąć Wykonawca w porozumieniu z Zamawiającym na podstawie tempa schnięcia wykonanej warstwy.

5.6. Wymagania dla wykonanej warstwy z mieszanki MCE

Wymagania oraz tolerancje wykonania w odniesieniu do warstwy z mieszanki MCE przedstawiono w tablicy 4.

Tablica 4. Wymagania oraz tolerancje wykonania w odniesieniu do warstwy z mieszanki MCE

Parametr	Wymagania	
	Ruch KR1÷KR2	**Ruch KR3÷KR4**
Grubość warstwy	±10%	±10%
Szerokość warstwy	≤ +10 cm, ≤ -5 cm	≤ +10 cm, ≤ -5 cm
Spadki poprzeczne	± 0,5%	± 0,5%
Równość	15 mm/4m	12 mm/4m
Rzędne wysokościowe	± 2 cm	± 2 cm
Wskaźnik zagęszczenia	≥ 98%	≥ 98%
Zawartość wolnych przestrzeni	≤ 15% obj.	≤ 12% obj.
Nośność warstwy podbudowy po 7 dniach: - Wtórny moduł odkształcenia E_2 - Dynamiczny moduł odkształcenia E_{vd}	$E_2 \geq 100$ MN/m^2 $E_{vd} \geq 50$ MN/m^2	$E_2 \geq 130$ MN/m^2 $E_{vd} \geq 65$ MN/m^2
Nośność warstwy podbudowy po 28 dniach: - Wtórny moduł odkształcenia E_2 - Dynamiczny moduł odkształcenia E_{vd}	$E_2 \geq 140$ MN/m^2 $E_{vd} \geq 70$ MN/m^2	$E_2 \geq 180$ MN/m^2 $E_{vd} \geq 90$ MN/m^2

6. KONTROLA JAKOŚCI ROBÓT

Ogólne zasady kontroli jakości Robót podano w ST D-M.00.00.00. "Wymagania ogólne".

6.1. Badania i pomiary przed przystąpieniem do robót

6.1.1. Dla każdego odcinka należy potwierdzić przydatność materiałów lub mieszanek materiałów do wykonania mieszanki MCE poprzez porównanie posiadanych materiałów z materiałami wykorzystanymi do wytworzenia mieszanki MCE na etapie opracowania recepty.
6.1.2. Badania kontrolne przed przystąpieniem do prac, w trakcie ich wykonywania oraz badania wykonanej warstwy wykonuje Wykonawca prac. Zamawiający ma prawo zweryfikować jakość prowadzonych prac poprzez przeprowadzenie swoich badań na każdym z etapów prowadzonych prac.

6.2. Badania w trakcie wykonywania warstwy

Częstotliwość badań i pomiarów w czasie wykonywania podbudowy z mieszanki MCE jeśli nie została określona poniżej należy przyjąć min. 1 raz dziennie. Właściwości materiału doziarniającego, cementu i emulsji należy sprawdzić dla każdej dostawy, ew. na podstawie dokumentów producenta. Właściwości wody dla wątpliwego źródła.
6.2.1. W czasie wbudowywania mieszanki MCE należy sprawdzać następujące parametry:
- jakość mieszanki mineralnej - ocena wizualna,
- orientacyjną zawartość materiałów doziarniających,
- głębokość i szerokość frezowania,
- dozowanie środków wiążących (cement i emulsja asfaltowa),
- jednorodność i otoczenie - ocena wizualna,
- grubość wbudowania po zagęszczeniu,
- szerokość wykonanej warstwy i pochylenia poprzeczne.

6.2.2. Badania cech geometrycznych gotowej warstwy należy wykonać w odstępach nie mniejszych niż co 50 metrów. Należy zbadać:

- spadek poprzeczny,
- równość podłużną i poprzeczną,
- szerokość,
- rzędne wysokościowe.

6.3. Badania kontrolne wykonanej warstwy

6.3.1. Dla każdych 3000 m_2 wykonywanej warstwy, ale minimum raz dziennie względnie dla każdego odcinka należy określić następujące parametry na trzech próbkach zagęszczonych podczas wbudowywania warstwy z mieszanki MCE:
- zawartość wolnych przestrzeni,
- wytrzymałość na pośrednie rozciąganie po 28 dniach.

6.3.2. Dla warstwy wykonanej z mieszanki MCE należy zbadać:
- moduł sztywności E_2 lub moduł dynamiczny E_{VD} po 7 dniach lub po 28 dniach, o ile jest to możliwe,
- grubość warstwy,
- zawartość wolnych przestrzeni,
- wskaźnik zagęszczenia.

6.3.3. Częstotliwość oraz zakres badań i pomiarów cech geometrycznych wykonanej podbudowy.

6.3.3.1. Częstotliwość oraz zakres badań i pomiarów wykonanej podbudowy z mieszanki MCE podano w tablicy 5

Tablica 5. Częstotliwość oraz zakres badań i pomiarów wykonanej podbudowy z mieszanki MCE

Lp.	Badana cecha	Minimalna częstotliwość badań i pomiarów
1	Szerokość	10 razy na 1 km oraz przy zmianie szerokości wynikającej z dokumentacji projektowej
2	Równość podłużna	planografem zgodnie z BN-68/8931-04, lub co 10 m łatą i klinem
3	Równość poprzeczna	co 10 m łatą i klinem
4	Spadki poprzeczne *)	Nie rzadziej niż co 20 m*
5	Rzędne wysokościowe osi i krawędzi	co 20 m, na odcinkach krzywoliniowych co 10 m, jeśli parametr określony jest w dokumentacji technicznej
6	Ukształtowanie osi w planie *)	co 100 m
7	Grubość	2 próbki na 1 km jezdni z każdego pasa ruchu (dla każdego wydzielonego odcinka drogi). Pobrane próbki winny reprezentować cały badany odcinek ułożonej warstwy bitumicznej.

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

6.3.3.2. Szerokość podbudowy

Szerokość podbudowy powinna być zgodna z dokumentacją projektową z tolerancją +5 cm.

6.3.3..3 Równość podbudowy

Nierówności podłużne podbudowy nie mogą przekraczać 18 mm.

Nierówności poprzeczne podbudowy nie mogą przekraczać 18 mm.

6.3.3.4. Spadki poprzeczne podbudowy

Spadki poprzeczne podbudowy na prostych i łukach powinny być zgodne z dokumentacją projektową, z tolerancją ± 0,5 %.

6.3.3..5. Rzędne wysokościowe podbudowy

Nie dotyczy

6.3.3..6. Ukształtowanie osi w planie

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

6.3.3..7. Grubość

Grubość podbudowy powinna być zgodna z grubością projektowaną z tolerancją ± 10 %.

6.3.4. Badania kontrolne należy wykonać według następujących zasad:

1. **Zawartość wolnych przestrzeni w wytwarzanej mieszance MCE** określa się według normy PN-EN 12697-8 „Mieszanki mineralno-asfaltowe. Metody badania mieszanek mineralno-asfaltowych na gorąco. Część 8: Oznaczanie zawartości wolnej przestrzeni” w oparciu o gęstość objętościową oznaczoną według normy PN-EN

12697-6 „Mieszanki mineralno-asfaltowe. Metody badania mieszanek mineralno-asfaltowych na gorąco. Część 6: Oznaczanie gęstości objętościowej próbek mieszanki mineralno-asfaltowej", metodą D na próbkach walcowych przygotowanych do badań wytrzymałości na pośrednie rozciąganie oraz gęstość oznaczoną według normy PN-EN 12697-5. „Mieszanki mineralno-asfaltowe. Metody badań mieszanek mineralno-asfaltowych na gorąco. Część 5: Oznaczanie gęstości". Mieszanka MCE do wyznaczania gęstości powinna być pobrana w trakcie wykonywania warstwy, po jej wymieszaniu, przed jej zagęszczeniem lub pochodzić z materiału po zakończeniu badań wytrzymałościowych.
2. **Wytrzymałość na pośrednie rozciąganie ITS wytwarzanej mieszanki MCE** powinna być wyznaczona zgodnie z normą PN-EN 12697-23 „Mieszanki mineralno-asfaltowe. Metody badań mieszanek mineralno-asfaltowych na gorąco. Część 23: Oznaczanie wytrzymałości mieszanki mineralno-asfaltowej na rozciąganie pośrednie", po 28 dniach od uformowania próbek. W szczególnych przypadkach dopuszcza się ocenę warstwy na podstawie wyników po 7 dniach wiązania mieszanki MCE.
3. **Moduł sztywności** E_2 wykonanej warstwy z mieszanki MCE powinien być wyznaczony aparatem VSS, natomiast moduł dynamiczny E_{VD} aparatem VSD do wyznaczenia modułu dynamicznego z ciężarem o masie 15 kg (zakres badań do co najmniej 100 MPa). Badanie nośności należy wykonać zgodnie z procedurą opisaną w załączniku B normy PN-S-02205:1998, stosując warunki jak do badania podbudowy z kruszyw łamanych stabilizowanych mechanicznie. Obciążenie należy przykładać do osiągnięcia poziomu 0,45 MPa, a odczyt przemieszczeń dokonywać pomiędzy obciążeniem 0,15 a 0,25 MPa. Badanie nośności aparatem VSD należy wykonać zgodnie z ASTM E2835-11 „Standard Test Method for Measuring Deflections using a Portable Impulse Plate Load Test Device" oraz oceniać na podstawie "Zusätzliche Technische Vertragsbedingungen und Richtlinien für Erdarbeiten im Straßenbau ZTVE-StB 94".
4. **Grubość warstwy wykonanej z mieszanki MCE** określa się poprzez zmierzenie grubości warstwy w odwiercie. Pomiar należy wykonać zgodnie z PN-EN 12697-36 „Mieszanki mineralno-asfaltowe. Metody badań mieszanek mineralno-asfaltowych na gorąco. Część 36: Oznaczanie grubości nawierzchni asfaltowych". Dopuszcza się pomiar geodezyjny grubości warstwy.
5. **Zawartość wolnych przestrzeni w warstwie wykonanej z mieszanki MCE** określa się według normy PN-EN 12697-8 „Mieszanki mineralno-asfaltowe. Metody badania mieszanek mineralno-asfaltowych na gorąco. Część 8: Oznaczanie zawartości wolnej przestrzeni" w oparciu o gęstość objętościową oznaczoną według normy PN-EN 12697-6 „Mieszanki mineralno-asfaltowe. Metody badania mieszanek mineralno-asfaltowych na gorąco. Część 6: Oznaczanie gęstości objętościowej próbek mieszanki mineralno-asfaltowej", metodą D na próbkach walcowych (odwiertach) pobranych z nawierzchni oraz gęstość oznaczoną według normy PN-EN 12697-5 „Mieszanki mineralno-asfaltowe. Metody badań mieszanek mineralno-asfaltowych na gorąco. Część 5: Oznaczanie gęstości".
6. **Wskaźnik zagęszczenia warstwy wykonanej z mieszanki MCE** określa się poprzez stosunek, wyrażony w procentach, gęstości objętościowej oznaczonej według normy PN-EN 12697-6 „Mieszanki mineralno-asfaltowe. Metody badania mieszanek mineralno-asfaltowych na gorąco. Część 6: Oznaczanie gęstości objętościowej próbek mieszanki mineralno-asfaltowej", metodą D na próbkach walcowych (odwiertach) pobranych z nawierzchni po jej zagęszczeniu do gęstości objętościowej oznaczonej według normy PN-EN 12697-6 „Mieszanki mineralno-asfaltowe. Metody badania mieszanek mineralno-asfaltowych na gorąco. Część 6: Oznaczanie gęstości objętościowej próbek mieszanki mineralno-asfaltowej", metodą D na próbkach walcowych przygotowanych w trakcie wykonywania warstwy do badań wytrzymałości na pośrednie rozciąganie. Bardzo ważne jest, aby próbki do badań pobierać w tym samym miejscu, ponieważ nawet niewielkie przesuniecie miejsca wykonywania badań może prowadzić do uzyskania nieprawdziwych wskazań. Do badań zagęszczenia warstw można wykorzystać inne metody po ich wcześniejszym skalibrowaniu i zaakceptowaniu przez Zamawiającego.
7. **Spadek poprzeczny, równość, szerokość oraz rzędne wysokościowe wykonanej warstwy z mieszanki MCE** należy sprawdzać w trakcie pomiarów geodezyjnych, według ogólnych zasad, nie rzadziej niż co 50 m.
6.3.5. W przypadku wykonywania warstwy z mieszanki MCE może zdarzyć się, że wyniki uzyskane w trakcie badań kontrolnych mogą wykraczać poza wymagany zakres. W takich przypadkach, gdy występują:

6.3.5.1. Niewłaściwe cechy geometryczne:
1. Jeżeli po wykonaniu badań na związanej warstwie stwierdzi się, że odchylenia cech geometrycznych przekraczają wielkości określone w
tablicy 4. i wpłynie to na niezadowalającą jakość elementu budowli, to warstwa powinna zostać zerwana na całą grubość i ponownie wykonana na koszt Wykonawcy.
2. Dopuszcza się inny rodzaj naprawy, o ile zostanie on zaakceptowany przez Zamawiającego. Jeżeli szerokość wykonanej warstwy jest mniejsza od szerokości projektowanej o więcej niż 5 cm i nie zapewnia podparcia

warstwom wyżej leżącym, to Wykonawca powinien poszerzyć warstwę poprzez zerwanie warstwy na pełną grubość do połowy szerokości pasa ruchu i wbudowanie nowej mieszanki.

6.3.5.2. Niewłaściwa grubość wykonanej warstwy

1. W miejscach, gdzie grubość jest niewystarczająca Wykonawca powinien uzupełnić ją materiałem z warstwy wyżej leżącej.
2. W miejscach, gdzie warstwa jest za gruba należy usunąć część warstwy, o ile będzie to możliwe technicznie. Można odstąpić od tego zabiegu w przypadku możliwej korekty niwelety umożliwiającej wbudowanie pełnej grubości warstw wyżej leżących.

6.3.5.3. Niewłaściwa wytrzymałość wykonanej warstwy

1. W przypadku oceny wytrzymałości należy do oceny wyników wykorzystać średnią wartość wytrzymałości z całego odcinka. Wyniki należy uznać za akceptowalne, gdy jednocześnie:
- Wartość średnia mieści się w dopuszczalnym przedziale podanym w tablicy 3.
- Minimum 75 % wyników mieści się w dopuszczalnym przedziale podanym w tablicy 3.
- Maksimum 20 % wyników przekracza dopuszczalny przedział o nie więcej niż 30 % dopuszczalnej wartości podany w tablicy 3.
- Maksimum 5 % wyników przekracza dopuszczalny przedział o więcej niż 30 % dopuszczalnej wartości podany w tablicy 3.
2. Na odcinkach nie spełniających wymagań i uznanych za niezgodne z wymaganiami Wykonawca przedstawi program naprawczy, który musi być zaakceptowany przez Projektanta i Zamawiającego.

6.3.5.4. Niewłaściwa nośność wykonanej warstwy

1. W przypadku oceny nośności wykonanej warstwy należy do oceny wyników wykorzystać średnią wartość uzyskaną z całego odcinka. Wyniki należy uznać za akceptowalne, gdy jednocześnie:
- Wartość średnia jest większa od minimalnej wymaganej wartości podanej w tablicy 4.
- Minimum 80 % wyników jest większych od wymaganej wartości minimalnej podanej w tablicy 4.
- Maksimum 20 % wyników jest mniejsza od wymaganych minimalnych wartości o nie więcej niż 15 MPa podanych w tablicy 4.
2. Na odcinkach nie spełniających wymagań i uznanych za niezgodne z wymaganiami, Wykonawca przedstawi program naprawczy, który musi być zaakceptowany przez Projektanta i Zamawiającego.

7. OBMIAR ROBÓT

Ogólne wymagania dotyczące obmiaru robót podano w ST D-M-00.00.00 „Wymagania ogólne" pkt 7. Jednostką obmiarową jest 1 m2 (metr kwadratowy) podbudowy z mieszanki-mineralno-cementowej MCE o grubości zgodnej z Dokumentacją Techniczną.

8. ODBIÓR ROBÓT

Ogólne wymagania dotyczące odbioru robót podano w ST D-M-00.00.00 „Wymagania ogólne" pkt 8.Wykonane odcinki podbudowy z mieszanki mineralno-cementowo-emulsyjnej są zatwierdzane przez Inżyniera na podstawie oceny wizualnej, wyników badań laboratoryjnych, pomiarów geodezyjnych i ewentualnie innych szczegółowych poleceń Inżyniera. Roboty uznaje się za wykonane zgodne z dokumentacją projektową, ST i wymaganiami Inżyniera, jeżeli wszystkie pomiary i badania z zachowaniem tolerancji wg pktu 6 dały wyniki pozytywne

9. PODSTAWY PŁATNOŚCI

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

Uwaga: w cenie wykonania 1 m_2 podbudowy z mieszanki-mineralno-cementowej MCE należy uwzględnić ewentualną utylizację smoły.

Cena wykonania 1 m_2 warstwy podbudowy z mieszanki-mineralno-cementowej MCE obejmuje:
- roboty pomiarowe i przygotowawcze,
- oznakowanie robót, zgodnie z zatwierdzonym projektem organizacji ruchu,
- opracowanie recepty laboratoryjnej,
- zakup i dostarczenie materiałów,
- dostarczenie sprzętu,
- wykonanie próby technologicznej i odcinka próbnego,

- wykonanie warstwy mieszanki MCE na podstawie zatwierdzonej recepty laboratoryjnej na miejscu wbudowania zgodnie z dokumentacją projektową, niniejszą SST oraz przepisami,
- zabezpieczenie, zakrywanie i odkrywanie w trakcie robót urządzeń kanalizacyjnych, pokryw studni rewizyjnych i osadników, kratek ściekowych, dylatacji i innych,
- mechaniczne/ręczne rozłożenie i zagęszczenie mieszanki MCE,

- wykonanie i zabezpieczenie złączy,
- ew. obcięcie krawędzi i posmarowanie lepiszczem,
- przeprowadzenie pomiarów i badań wymaganych specyfikacją,
- uporządkowanie miejsc prowadzonych robót,
- koszty związane z utrzymaniem czystości na przylegających drogach,
- odwiezienie sprzętu.
- wykonanie innych czynności niezbędnych do realizacji Robót objętych niniejszą STWiORB i zgodnych z Dokumentacją Projektową i STWiORB

10. Przepisy związane

10.1. Normy

1. PN-EN 197-1 „Cement. Część 1: Skład, wymagania i kryteria zgodności dotyczące cementów powszechnego użytku".
2. PN-EN 933-11 „Badania geometrycznych właściwości kruszyw -- Część 11: Klasyfikacja składników kruszywa grubego z recyklingu".
3. PN-EN-1008 „Woda zarobowa do betonu. Specyfikacja pobierania próbek, badania i ocena przydatności wody zarobowej do betonu w tym wody odzyskanej z procesów produkcji betonu".
4. PN-EN 12591 „Asfalty i lepiszcza asfaltowe. Wymagania dla asfaltów drogowych".
5. PN-EN 12697-1 „Mieszanki mineralno-asfaltowe. Metody badań mieszanek mineralno-asfaltowych na gorąco. Część 1: Zawartość lepiszcza rozpuszczalnego".
6. PN-EN 12697-5 „Mieszanki mineralno-asfaltowe. Metody badań mieszanek mineralno-asfaltowych na gorąco. Część 5: Oznaczanie gęstości".
7. PN-EN 12697-6 „Mieszanki mineralno-asfaltowe. Metody badania mieszanek mineralno-asfaltowych na gorąco.
Część 8: Oznaczanie gęstości objętościowej próbek mieszanki mineralno-asfaltowej".
8. PN-EN 12697-8 „Mieszanki mineralno-asfaltowe. Metody badania mieszanek mineralno-asfaltowych na gorąco.
Część 8: Oznaczanie zawartości wolnej przestrzeni".
9. PN-EN 12697-23 „Mieszanki mineralno-asfaltowe. Metody badań mieszanek mineralno-asfaltowych na gorąco. Część 23: Oznaczanie wytrzymałości mieszanki mineralno-asfaltowej na rozciąganie pośrednie".
10. PN-EN 12697-26 „Mieszanki mineralno-asfaltowe. Metody badań mieszanek mineralno-asfaltowych na gorąco. Część 26: Sztywność".
11. PN-EN 12697-30 „Mieszanki mineralno-asfaltowe. Metody badań mieszanek mineralno-asfaltowych na gorąco.
Część 30: Przygotowanie próbek zagęszczonych przez ubijanie".
12. PN-EN 12697-36 „Mieszanki mineralno-asfaltowe. Metody badań mieszanek mineralno-asfaltowych na gorąco.
Część 36: Oznaczanie grubości nawierzchni asfaltowych".
13. PN-EN 13242 „Kruszywa do niezwiązanych i hydraulicznie związanych materiałów stosowanych w obiektach budowlanych i budownictwie drogowym".
14. PN-EN 13282-2 „Mieszanki niezwiązane i związane spoiwem hydraulicznym. Część 2: Metody określania gęstości w odniesieniu do zawartości wody. Zagęszczanie metodą Proktora".
15. PN-EN 13808 „Asfalty i lepiszcza asfaltowe. Zasady klasyfikacji kationowych emulsji asfaltowych".
16. PN-EN 12848 „Asfalty i lepiszcza asfaltowe. Oznaczanie stabilności emulsji asfaltowych podczas mieszania z cementem".
17. ASTM E2835-11 „Standard Test Method for Measuring Deflections using a Portable Impulse Plate Load Test Device".
18. Zusätzliche Technische Vertragsbedingungen und Richtlinien für Erdarbeiten im Straßenbau ZTVE-StB 94.
19. PN-EN 933-1 Badania geometrycznych właściwości kruszyw - Arkusz 1: Oznaczenie składu ziarnowego - Metoda przesiewania
20. PN-S-02205:1998 „Drogi samochodowe. Roboty ziemne".
21. BN-68/8931-04 Drogi samochodowe. Pomiar równości nawierzchni planografem i łatą.
22. PN-EN 1744-1 Badania chemiczne właściwości kruszyw – Analiza chemiczna
23. PN-EN 1097-6 Badania mechanicznych i fizycznych właściwości kruszyw – Cześć 6: Oznaczenia gęstości ziaren i nasiąkliwości.
24. PN-EN 1367-1 Badania właściwości cieplnych i odporności kruszyw na działanie czynników atmosferycznych – Część 1: Oznaczenie mrozoodporności.
25. PN-EN 932-3 Badania podstawowe właściwości kruszyw.

10.2. Inne dokumenty

1. Instrukcja projektowania i wbudowywania mieszanek Mineralno-cementowo-emulsyjnych (MCE). – opracowanie Katedrze Inżynierii Drogowej Politechniki Gdańskiej na zlecenie GDDKiA – 2014 r.
2. Warunki techniczne jakim powinny odpowiadać drogi publiczne i ich usytuowanie (Dz.U nr 43 z 1999 r. poz. Dz.U nr 43 z 1999 r. poz. 430 ze zmianami