

GENERALNA DYREKCJA DRÓG KRAJOWYCH I AUTOSTRAD

WARUNKI WYKONANIA I ODBIORU ROBÓT BUDOWLANYCH

D-04.10.01
v01

PODBUDOWA Z MIESZANKI MINERALNO-CEMENTOWO-EMULSYJNEJ

(dokument wzorcowy)

Warszawa
Maj 2022

Numer wydania Data	Opis zmiany
v01 05.05.2022	Utworzenie dokumentu

Opracowano
w Departamencie Technologii Budowy Dróg GDDKiA
we współpracy
z Laboratoriami Drogowymi GDDKiA

Nazwa zadania : Budowa drogi ekspresowej S.. na odcinku ... – ... od km do km wraz z obwodnicą ... w ciągu DK.. od km.... do km....

SPIS TREŚCI

1.	WSTĘP.....	5
1.1.	Nazwa zadania.....	5
1.2.	Przedmiot WWIORB	5
1.3.	Zakres stosowania WWIORB	5
1.4.	Informacje ogólne o terenie budowy	5
1.5.	Określenia podstawowe.....	5
1.6.	Ogólne wymagania dotyczące robót.....	6
2.	MATERIAŁY.....	6
2.1.	Ogólne wymagania dotyczące materiałów	6
2.2.	Destrukt	6
2.3.	Kruszywo doziarniające.....	6
2.4.	Spoivo hydrauliczne	8
2.5.	Emulsja asfaltowa	8
2.6.	Woda	8
3.	SPRZĘT.....	8
3.1.	Ogólne wymagania dotyczące sprzętu	8
3.2.	Sprzęt stosowany do wykonania robót	8
4.	TRANSPORT	9
4.1.	Ogólne wymagania dotyczące transportu	9
4.2.	Transport materiałów składowych.....	9
4.3.	Transport mieszanki MCE	9
5.	WYKONANIE ROBÓT	9
5.1.	Ogólne zasady wykonania robót	9
5.2.	Projektowanie mieszanki MCE	9
5.3.	Pobranie próbki destruktu do badań.....	12
5.4.	Odcinek próbny	13
5.5.	Warunki wykonywania podbudowy z mieszanki MCE.....	13
5.6.	Wykonywanie podbudowy z MMCE	13
5.7.	Połączenia technologiczne.....	14
5.8.	Pielęgnacja podbudowy z MMCE	15
6.	KONTROLA JAKOŚCI ROBÓT	15
6.1.	Ogólne zasady kontroli jakości robót	15
6.2.	Badania i pomiary Wykonawcy - zgodnie z D-M-00.00.00 „Wymagania ogólne”	16
6.3.	Badania i pomiary kontrolne - zgodnie z D-M-00.00.00 „Wymagania ogólne”	16
6.4.	Badania i pomiary kontrolne dodatkowe - zgodnie z D-M-00.00.00 „Wymagania ogólne”	16
6.5.	Badania i pomiary arbitrażowe - zgodnie z D-M-00.00.00 „Wymagania ogólne”	16

Nazwa zadania : Budowa drogi ekspresowej S.. na odcinku ... – ... od km do km wraz z obwodnicą ... w ciągu DK.. od km.... do km....

6.6.	Badania przed przystąpieniem do robót.	16
6.7.	Badania w trakcie wykonywania robót	16
7.	OBMIAR ROBÓT	19
7.1.	Ogólne zasady obmiaru robót.....	19
7.2.	Jednostka obmiarowa	19
8.	ODBIÓR ROBÓT	19
8.1.	Ogólne zasady odbioru robót.....	19
9.	PODSTAWA PŁATNOŚCI.....	19
9.1.	Ogólne ustalenia dotyczące podstawy płatności	19
9.2.	Cena jednostki obmiarowej.....	19
10.	PRZEPISY ZWIĄZANE.....	19
10.1.	Normy	19
10.2.	Inne dokumenty.....	20

1. WSTĘP

1.1. Nazwa zadania

„...” – przytoczyć

1.2. Przedmiot WWIORB

Przedmiotem niniejszych Warunków Wykonania i Odbioru Robót Budowlanych są wymagania dotyczące wykonania i odbioru robót związanych z wbudowaniem warstwy podbudowy z mieszanki mineralno-cementowo-emulsyjnej (MMCE).

1.3. Zakres stosowania WWIORB

WWIORB są stosowane jako dokument przetargowy i kontraktowy przy zleceniu i realizacji robót na drogach krajowych. WWIORB stanowią podstawę opracowania Specyfikacji Technicznych Wykonania i Odbioru Robót Budowlanych (STWiORB).

1.4. Informacje ogólne o terenie budowy

„...” – przytoczyć

1.5. Określenia podstawowe

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

Podbudowa z mieszanki MCE – podbudowa zasadnicza wykonana z mieszanki mineralno-cementowo-emulsyjnej, przeznaczona do przenoszenia obciążeń ruchu na podłoże.

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 w temperaturze otoczenia.

Kruszywo doziarniające - kruszywo, które dodaje się w celu korekty krzywej uziarnienia destruktu, tak aby wynikowa mieszanka mineralna mieściła się w krzywych granicznych mieszanki MCE.

Emulsja asfaltowa do mieszanek MCE - emulsja asfaltowa, tak dobrana, aby jej czas rozpadu umożliwił równomierne połączenie wytrąconym asfaltem wszystkich ziaren mieszanki mineralnej oraz ułożenie i zagęszczenie mieszanki w warstwie podbudowy.

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

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

Granulacja – proces wstępnego rozdrobnienia nawierzchni na miejscu poprzedzający zasadnicze mieszanie wszystkich składników, mających na celu zapewnienie lepszego

Nazwa zadania : Budowa drogi ekspresowej S.. na odcinku ... – ... od km do km wraz z obwodnicą ... w ciągu DK.. od km.... do km....

wymieszania i uzyskanie większej jednorodności.

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

1.6. Ogólne wymagania dotyczące robót

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

2.2. Destrukt

Do wykonania podbudowy z MMCE należy stosować destrukt o uziarnieniu ciągłym spełniającym następujące wymagania:

- zawartość nadziarna od 31,5 do 63,0 mm do 20 %,
- zawartość ziaren mniejszych od 31,5 mm do 100 %,
- zawartość ziaren mniejszych od 0,063 mm do 5 %.

Destrukt nie powinien zawierać zanieczyszczeń obcych ani organicznych. Dopuszczalny poziom zanieczyszczeń oraz pozostałe wymagane właściwości destruktury przedstawia Tabela 1:

Tabela 1 Właściwości destruktury do podbudowy z MMCE

Lp.	Właściwość	Wymaganie
1	Zanieczyszczenia organiczne, ocena wizualna	Brak zanieczyszczeń
2	zanieczyszczenia obce wg PN-EN 933-11	$\Sigma (R_b, R_g) \leq 1\% \text{ m/m}^*$
3	Określenie rodzaju lepiszcza w destrukcie	Smoła/asfalt**
4	Stosunek materiału związanego do niezwiązanego, ocena wizualna z dokładnością do 10%	-

*R_b - gliniane akcesoria murarskie (cegły, płytki), krzemionkowe akcesoria murarskie, napowietrzone niepływające betony, R_g - szkło
 ** Oznaczenie rodzaju lepiszcza należy przeprowadzić przy wykorzystaniu specjalistycznego preparatu do wykrywania wielopierścieniowych węglowodorów aromatycznych w formie sprayu oraz lampy ultravioletowej (procedura opisana w p. 4 załącznika nr 9.4.3 RID 06). W szczególnych przypadkach można to zrobić organoleptycznie lub na podstawie oceny wizualnej.

2.3. Kruszywo doziarniające

Kruszywo doziarniające do mieszanki mineralno-cementowo-emulsyjnej powinno spełniać wymagania normy PN-EN 12522 „Kruszywa do niezwiązanym i związanym hydraulicznie materiałów stosowanych w obiektach budowlanych i budownictwie drogowym”. Producent kruszywa powinien posiadać certyfikowany system Zakładowej Kontroli Produkcji (2+). Dopuszczalne jest stosowanie kruszywa drobnego, kruszywa grubego oraz kruszywa o ciągłym uziarnieniu. Wymagania dla kruszyw podano w

Tabela 2.

Tabela 2 Wymagania dla kruszywa doziarniającego wg PN-EN 13242

Lp.	Właściwości	Wymagania w zależności od kategorii ruchu		
		KR 1÷2	KR 3÷4	KR5÷7***)
1	Uziarnienie kruszywa oznaczone według PN-EN 933-1, kategoria nie niższa niż: (Zestaw sit # - zestaw podstawowy plus zestaw 1)	$G_{C80/20}$ G_F80 G_A75		
2	Tolerancja uziarnienia kruszywa grubego, wymagana kategoria:	Wszystkie frakcje dozwolone		
3	Tolerancje uziarnienia kruszywa drobnego i kruszywa o ciągłym uziarnieniu, odchylenie nie większe niż według kategorii:	$GT_F10,$ GT_A20		
4	Zawartość pyłów wg PN-EN 933-1: - w kruszywie grubym, - w kruszywie drobnym, - w kruszywie o ciągłym uziarnieniu	$f_{deklarowane}$	f_4 f_{16} f_{15}	
5	Kształt kruszywa grubego wg PN-EN 933-3 lub PN-EN 933-4, kategoria nie wyższa niż:	FI_{50} SI_{55}	FI_{35} SI_{40}	
6	Procentowa zawartość powierzchni przekruszonej lub łamanej oraz całkowicie zaokrąglonej w kruszywie	$C_{50/30}$	$C_{50/10}$	
7	Odporność na rozdrabnianie kruszywa grubego wg PN-EN 1097-2, kategoria nie wyższa niż:	LA_{50}	LA_{40}	
8	Nasiąkliwość wg PN-EN 1097-6, rozdział 7,8 lub 9 (w zależności od frakcji):	$WA_{242}^{*})$		
9	Siarczany rozpuszczalne w kwasie wg PN-EN 1744-1	AS_{NR}		
10	Całkowita zawartość siarki wg PN-EN 1744-1	S_{NR}		
11	Stała objętość żużla stalowniczego według	V_5		
12	Rozpad krzemianowy z żużlu wielkopieczowym kawałkowym	Brak rozpadu		
13	Rozpad żelazawy w żużlu wielkopieczowym kawałkowym	Brak rozpadu		
14	Zgorzel słoneczna bazaltu wg PN-EN 1367-3 i wg PN-EN 1097-2	SB_{LA} Deklarowana		
15	Mrozoodporność na frakcji kruszywa 8/16 wg PN-EN 1367-1**)	Skały magmowe i przeobrażone F4, Skały osadowe $F_{Deklarowane}$, nie więcej niż 10 %.		

Nazwa zadania : Budowa drogi ekspresowej S.. na odcinku ... – ... od km do km wraz z obwodnicą ... w ciągu DK.. od km.... do km....

*) w przypadku, gdy wymaganie nie jest spełnione należy sprawdzić mrozoodporność,

**) wymagane w przypadku, gdy wymaganie nasiąkliwości nie jest spełnione.

***) projektowanie indywidualne

2.4. Spoiwo hydrauliczne

Należy stosować cement portlandzki CEM I lub cement portlandzki wieloskładnikowy CEM II klasy 32,5 lub 42,5 spełniający wymagania normy PN-EN 197-1.

Stosowanie innych spoiw hydraulicznych jest dopuszczalne, o ile ich korzystne działanie zostało potwierdzone na etapie wykonywania recepty laboratoryjnej oraz potwierdzone w trakcie wykonywania odcinka próbnego.

2.5. Emulsja asfaltowa

Należy stosować kationową emulsję asfaltową oznaczoną jako C60B10 ZM/R, spełniająca wymagania zawarte w załączniku krajowym NA do normy PN-EN 13808 „Asfalty i lepiszcza asfaltowe Zasady klasyfikacji kationowych emulsji asfaltowych”. Zaleca się, aby emulsja asfaltowa 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.

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”. Woda pitna, wodociągowa, może być stosowana bez dodatkowych badań do wytworzenia mieszanki mineralno-cementowo-emulsyjnej.

3. SPRZĘT

3.1. Ogólne wymagania dotyczące sprzętu

Ogólne wymagania dotyczące sprzętu podano w WWiORB D-M.00.00.00. "Wymagania ogólne". Jakikolwiek sprzęt, maszyny i urządzenia nie gwarantujące zachowania wymagań jakościowych robót, zostaną przez Inżyniera zdyskwalifikowane i niedopuszczone do robót.

3.2. Sprzęt stosowany do wykonania robót

Do wytwarzania mieszanki MCE dla dróg obciążonych ruchem kategorii KR3-KR7 należy stosować wytwórnie stacjonarne. Wytwórnie stacjonarne stosowane do wytworzenia mieszanki MCE powinny mieć możliwość równoczesnego mieszania destruktu, kruszywa doziarniającego, emulsji asfaltowej, cementu i wody.

Do wytwarzania mieszanki MCE na drogach kategorii ruchu KR1-KR2 można stosować:

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

Nazwa zadania : Budowa drogi ekspresowej S.. na odcinku ... – ... od km do km wraz z obwodnicą ... w ciągu DK.. od km.... do km....

Recyklery, czyli urządzenia mobilne powinny być 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 mieszanii,
- do rozkładania i wbudowywania mieszanki MCE.

Recyklery oraz zestawy składające się z kilku niezależnych maszyn można stosować do wytworzenia mieszanki mineralno-cementowo-emulsyjnej, o ile wykaże się ich skuteczność na odcinku próbnym i umożliwiała to zaprojektowana technologia wykonania robót.

Do zagęszczania mieszanki MCE należy stosować jako podstawowe ciężkie walce stalowe, wibracyjne o wadze minimum 14 ton oraz dodatkowo 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, wykorzystując pomiar aparatem VSS, wymagania wg tabeli 5.

4. TRANSPORT

4.1. Ogólne wymagania dotyczące transportu

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

4.2. Transport materiałów składowych

Kruszywa i destruktu można przewozić dowolnymi środkami transportu w warunkach zabezpieczających je przed zanieczyszczeniem, wymieszaniem różnych asortymentów oraz 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.

Do transportu wody należy stosować cysterny samochodowe lub ciągnikowe.

Emulsję należy przewozić w izolowanych i ogrzewanych autocysternach. Nie można dopuścić do zmieszania emulsji z innymi rodzajami emulsji lub z czystym asfaltem na etapie załadunku jak i rozładunku z cysterny.

4.3. Transport mieszanki MCE

Mieszanke MCE należy przewozić samochodami samowyładowczymi. Mieszanka w czasie transportu powinna być przykryta plandeką 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 WWiORB D-M.00.00.00. "Wymagania ogólne".

5.2. Projektowanie mieszanki MCE

W terminie 3 tygodni przed rozpoczęciem robót Wykonawca przedstawi Inżynierowi/Inspektorowi Nadzoru do zatwierdzenia projekt (receptę) mieszanki MCE oraz wszystkie dokumenty potwierdzające jakość materiałów składowych i reprezentatywne próbki materiałów. Recepta powinna zawierać:

- rodzaj i pochodzenie destruktu i składników mineralnych wykorzystanych do skomponowania mieszanki MCE,
- rodzaj i pochodzenie poszczególnych środków wiążących oraz wody,
- ilość poszczególnych składników mineralnych, spoiw oraz wody niezbędnych do wytworzenia mieszanki MCE,
- sprawozdania z badań destruktu zgodnie z pkt 2.2,
- sprawozdania z badań materiałów wchodzących w skład zaprojektowanej mieszanki MCE,
- sprawozdania z badań właściwości mieszanki MCE zgodnie z tablicą 4.

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 składowe powinny spełniać wymagania zawarte w p. 2 niniejszych WWiORB.

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 w MMCE powinno mieścić się w przedziale podanym w

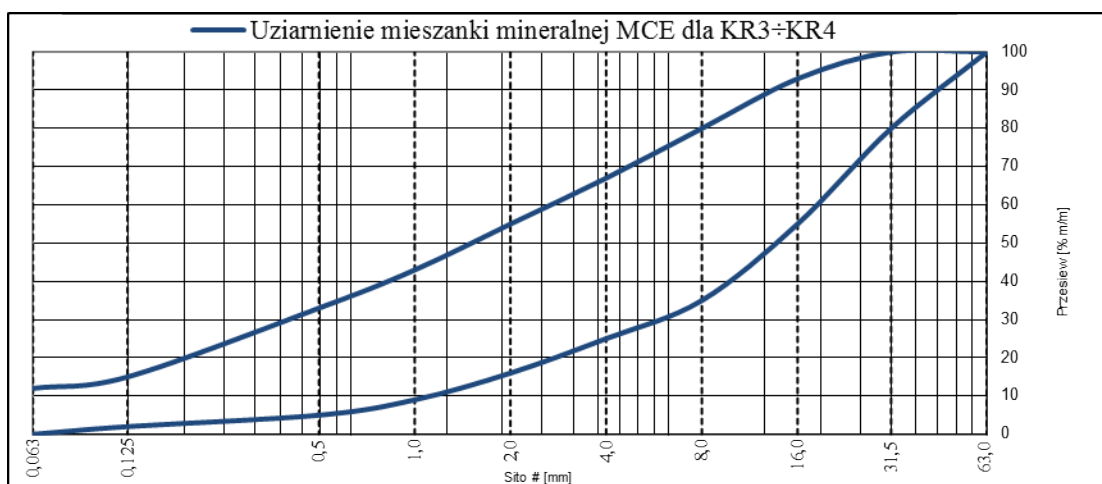
Tabela 3 oraz na rysunkach. Uziarnienie mieszanki mineralnej określa się bez uwzględniania cementu. Dopuszczalne jest zaprojektowanie mieszanki mineralnej MCE bez kruszywa doziarniającego, o ile osiągnięte zostaną wymagania dotyczące cech fizycznych i mechanicznych. Mieszankę należy zaprojektować wg zasad opisanych w Załączniku nr 9.4.2 RID 06 „Instrukcja projektowania i wbudowania mieszanek mineralno-cementowo-emulsyjnych (MMCE)”, p. 7.

Tabela 3 Uziarnienie mieszanki mineralnej w MMCE

Wymiar sita	Przesiew, [% (m/m)]			
	Mieszanka MCE KR 1÷2		Mieszanka MCE KR 3÷7 *	
Sito # [mm]	od	do	od	do
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	12	0	12

*dla KR5÷KR7 wymagane jest indywidualne projektowanie

Rysunek 1 Graniczne uziarnienie mieszanki mineralnej w MMCE dla kategorii ruchu 1-2



Rysunek 2 Graniczne uziarnienie mieszanki mineralnej w MMCE dla kategorii ruchu 3-4 (w projektowaniu indywidualnym również dla KR5÷KR7)

Jako środki wiążące należy stosować emulsję asfaltową i cement. Dla wyboru kombinacji środków wiążących należy przyjąć następujące ilości:

- dla dróg kategorii ruchu KR 1÷2
 - emulsja asfaltowa: od 3 do 6% wagowo,
 - cement: od 1 do 4% wagowo.
- dla dróg kategorii ruchu KR 3÷7
 - emulsja asfaltowa: od 4 do 6% wagowo,
 - cement: od 1 do 3% 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 Tabeli 4, 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.

Tabela 4 Wymagania dla mieszanek MCE

Lp.	Parametr	Wymagania w zależności od kategorii ruchu	
		KR 1÷2	KR 3÷7*
1	Zawartość wolnych przestrzeni [%]	8,0 ÷ 18,0 8,0 ÷ 14,0 ¹⁾	8,0 ÷ 15,0 8,0 ÷ 12,0 ¹⁾
2	Wytrzymałość na pośrednie rozciąganie <i>ITS</i> , T = +5°C, po 7 dniach, [MPa]	0,40 ÷ 0,80	0,50 ÷ 1,00
3	Wytrzymałość na pośrednie rozciąganie <i>ITS</i> , T = +5°C, po 28 dniach, [MPa]	0,60 ÷ 1,40	0,70 ÷ 1,60
4	Moduł sztywności <i>IT-CY</i> , T = +5°C po 7 dniach, [MPa]	1000 ÷ 3500	1500 ÷ 4500
5	Moduł sztywności <i>IT-CY</i> , T = +5°C po 28 dniach, [MPa]	1500 ÷ 5000	2000 ÷ 7000
6	Odporność na działanie wody (pozostała wytrzymałość na pośrednie rozciąganie <i>ITS</i> po przechowywaniu próbek w wodzie), T = +5°C po 28 dniach [%]	≥ 70	≥ 80
1) materiały rozbiórkowe zawierające smołę * dla KR5÷KR7 wymagane jest indywidualne projektowanie			

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. Pobranie próbki destruktu do badań

Destrukt do badań obowiązkowo należy pobierać frezarką z nawierzchni tak, aby uzyskać materiał jak najbardziej zbliżony do tego, jaki wystąpi podczas przetwarzania nawierzchni. Lokalizację i liczbę próbną frezowań należy dopasować do jednorodności oraz rodzajów warstw nawierzchni drogi w stanie istniejącym. Przy próbnym frezowaniu należy zachować porównywalne warunki (np. głębokość frezowania tj. selektywne

frezowanie w celu oddzielenia destruktu ze względu na zawarcie smoły i lepiszcza asfaltowego) 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 występowania destruktu zawierającego smołę i destruktu z lepiszczem asfaltowym, należy opracować oddzielne recepty dla każdego tego rodzaju destruktu. Możliwe jest też mieszanie destruktu asfaltowego i smołowego w jednej receptce w uzasadnionych przypadkach po uzyskaniu zgody Zamawiającego.

Po wykonaniu próbnego frezowania, ubytki w nawierzchni należy uzupełnić mieszanką mineralno-asfaltową na gorąco warstwami na całej głębokości wykonanego frezowania wraz z jej zagęszczeniem. 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.

5.4. Odcinek próbny

W celu potwierdzenia właściwości układanej mieszanki, w terminie i miejscu uzgodnionym z Inżynierem/Inspektorem Nadzoru, należy wykonać odcinek próbny o długości min. 50 m i powierzchni co najmniej 150 m².

Celem wykonania odcinka próbnego jest:

- stwierdzenie czy sprzęt do mieszania, transportu, rozkładania i zagęszczania jest właściwy,
- określenie grubości warstwy w stanie luźnym, koniecznej do uzyskania wymaganej grubości warstwy po zagęszczeniu,
- określenie liczby przejść sprzętu zagęszczającego, potrzebnej do uzyskania wymaganego wskaźnika zagęszczenia.

W trakcie wykonywania odcinka próbnego należy sprawdzić:

- przydatność zaproponowanej recepty do wykonania warstwy podbudowy z mieszanki MCE,
- jednorodność wykonania warstwy z mieszanki MCE oraz efektywność sprzętu zagęszczającego,
- parametry mieszanki MCE zgodnie z Tabelą 4 i warstwy podbudowy wykonanej z mieszanki MCE zgodnie z Tabelą 5:

Na odcinku próbnym Wykonawca powinien użyć takich materiałów oraz sprzętu do mieszania, rozkładania i zagęszczania, jakie będą stosowane do wykonania podbudowy. Dalsze prace mogą być prowadzone po zatwierdzeniu odcinka próbnego przez Inżyniera.

5.5. Warunki wykonywania podbudowy z mieszanki MCE

Mieszanka MCE powinna być wbudowywana przy temperaturach otoczenia wyższych od +5°C. Niedopuszczalne jest wbudowywanie mieszanki MCE w temperaturach poniżej 0°C. Wbudowywanie mieszanki MCE w temperaturach pomiędzy 0 a +5°C spowalnia wiązanie spoiw oraz rozpad emulsji asfaltowej. W takich sytuacjach należy wydłużyć czas przewidziany na wstępne związanie warstwy.

5.6. Wykonywanie podbudowy z MMCE

Podbudowa z mieszanki MCE powinna być wykonana z zachowaniem wszelkich zasad gwarantujących uzyskanie jednorodnej, zagęszczonej warstwy bez widocznych miejsc słabszych, uszkodzonych lub rozsegregowanych. Wbudowywanie mieszanki MCE powinno odbywać się z zastosowaniem sprzętu opisanego w p. 3 niniejszych WWiORB. Wilgotność mieszanki MCE podczas zagęszczania powinna odpowiadać wilgotności optymalnej, określonej według próby Proctora (metoda zmodyfikowana w cylindrze B), zgodnie z normą PN-EN 13286-2. Ostateczną przydatność sprzętu do wykonania warstwy z mieszanki MCE należy potwierdzić na odcinku próbnym. Transport materiałów wyjściowych i gotowej mieszanki MCE powinien odbywać się w sposób opisany w p. 4 niniejszych WWiORB. W trakcie wbudowywania mieszanki MCE należy kontrolować jej urabialność.

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

Warstwę podbudowy z mieszanki MCE należy zagęszczać w następującej kolejności:

- przejście ciężkim walcem stalowym wibracyjnym o ciężarze roboczym minimum 14 ton (zagęszczenie głębokich partii podbudowy),
- zamknięcie powierzchni poprzez przejście lekkim walcem stalowym lub ogumionym.

Nie dopuszcza się wykonywania robót w trakcie opadów atmosferycznych. Jeżeli podczas zagęszczania wystąpią niespodziewane obfite opady deszczu lub spękania albo przesuwania mieszanki, zagęszczanie należy przerwać. Zagęszczanie można rozpocząć gdy mieszanka zwiększy swoją kohezję w wyniku częściowego odparowania wody. Mieszanke, która ulegnie zbyt dużemu nawodnieniu, w której nastąpi rozpad emulsji i wypłukanie cementu należy usunąć z budowy.

Wykonana warstwa powinna spełniać wymagania zawarte w Tabeli 5 Wymagania dla wbudowanej warstwy z mieszanki MCE.

W celu weryfikacji nośności warstwy należy przeprowadzić badanie jedną z dwóch podanych metod.

Tabela 5 Wymagania dla wbudowanej warstwy z mieszanki MCE

Lp.	Parametr	Wymagania w zależności od kategorii ruchu		
		KR 1÷2	KR 3÷4	KR 5÷7*
1	Nośność warstwy podbudowy po 7 dniach: zamiennie - wtórny moduł odkształcenia E_2 [MN/m ²], - dynamiczny moduł odkształcenia E_{vd} [MN/m ²]	$E_2 \geq 100$ $E_{vd} \geq 50$	$E_2 \geq 130$ $E_{vd} \geq 65$	

2	Nośność warstwy podbudowy po 28 dniach: - wtórny moduł odkształcenia E_2 [MN/m ²], - dynamiczny moduł odkształcenia E_{vd} [MN/m ²]	$E_2 \geq 140$ $E_{vd} \geq 70$	$E_2 \geq 180$ $E_{vd} \geq 90$
3	Wskaźnik zagęszczenia warstwy [%]	$\geq 98,0$	
4	Zawartość wolnych przestrzeni w warstwie [% (v/v)]	$\leq 15,0$	$\leq 12,0$
5	Grubość warstwy [%]	± 10	
6	Szerokość warstwy [cm]	$\leq +10$ ≤ -5	
7	Spadki poprzeczne [%]	$\pm 0,5$	
8	Równość podłużna i poprzeczna [mm]	15	12
9	Rzędne wysokościowe [cm]	± 2	± 2
* dla KR5÷KR7 wymagane jest indywidualne projektowanie			

5.7. Połączenia technologiczne

Przy wbudowywaniu mieszanki MCE kilkoma pasami ze spoiną podłużną należy minimum 10 cm gotowego pasma wcześniej wbudowanej mieszanki MCE rozdrobnić i na nowo przerobić tak, aby uzyskać dobre połączenie sąsiednich pasm. 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. Niedopuszczalne jest uszczelnienie połączenia wyłącznie przez zalanie go z góry rozgrzanym asfaltem, po zagęszczeniu warstwy.

Wszystkie złącza występujące na poszczególnych warstwach z mieszanki MCE i z MMA powyżej, powinny być przesunięte względem siebie o co najmniej:

- 20 cm względem złączy podłużnych do nich równoległych
- 200 cm względem złączy poprzecznych do nich równoległych, występujących w niżej położonej warstwie.

Układ złączy należy uzgodnić z Inżynierem/Inspektorem Nadzoru.

5.8. Pielęgnacja podbudowy z MMCE

W trakcie i bezpośrednio po wykonywaniu mieszanki MCE w czasie wysokich temperatur może okazać się konieczna pielęgnacja warstwy poprzez zraszanie jej wodą (po dwóch dniach od wykonania podbudowy, należy skrapiać ją wodą przez kolejne 7 dni). Decyzję

o takim zabiegu powinien podjąć Wykonawca w uzgodnieniu z Inżynierem/Inspektorem Nadzoru uwzględnieniem tempa wiązania wykonanej warstwy.

Ruch i wbudowanie następnej warstwy MMCE może rozpocząć się po osiągnięciu przez warstwę nośności 7 dniowej określonej w Tabeli 5. Wymaganą nośność można uzyskać, przy normalnej pogodzie, po 4 do 7 dniach od wbudowania warstwy. W uzasadnionych przypadkach, za zgodą Inżyniera/Inspektora Nadzoru, dopuszcza się wbudowywanie kolejnych warstw po osiągnięciu minimum 70% nośności wymaganej w Tabeli 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.

Jako zabieg pielęgnacyjny, ze względu na przejazdy pojazdów budowy oraz uzyskania powiązania z kolejnymi warstwami należy zastosować skropienie emulsją asfaltową i posypanie kruszywem grubym o uziarnieniu do 11,2 mm lub skropienie emulsją asfaltową z zastosowaniem mleczka wapiennego. W pozostałych przypadkach należy wykonać warstwę szepną według ogólnych zasad.

Podbudowa z mieszanki MCE powinna być przykryta następną warstwą nawierzchni przed okresem zimowym.

6. KONTROLA JAKOŚCI ROBÓT

6.1. Ogólne zasady kontroli jakości robót

Ogólne zasady kontroli jakości robót podano w D-M-00.00.00 „Wymagania ogólne”.

Badania i pomiary dzielą się na:

- badania i pomiary Wykonawcy – w ramach własnego nadzoru,
- badania i pomiary kontrolne – w ramach nadzoru Zamawiającego.

W uzasadnionych przypadkach w ramach badań i pomiarów kontrolnych dopuszcza się wykonanie badań i pomiarów kontrolnych dodatkowych lub badań i pomiarów arbitrażowych.

Badania obejmują:

- pobranie próbek,
- zapakowanie próbek do wysyłki,
- transport próbek z miejsca pobrania do placówki wykonującej badania,
- przeprowadzenie badania,
- sprawozdanie z badań.

6.2. Badania i pomiary Wykonawcy - zgodnie z D-M-00.00.00 „Wymagania ogólne”**6.3. Badania i pomiary kontrolne - zgodnie z D-M-00.00.00 „Wymagania ogólne”****6.4. Badania i pomiary kontrolne dodatkowe - zgodnie z D-M-00.00.00 „Wymagania ogólne”****6.5. Badania i pomiary arbitrażowe - zgodnie z D-M-00.00.00 „Wymagania ogólne”****6.6. Badania przed przystąpieniem do robót.**

Przed przystąpieniem do robót Wykonawca powinien uzyskać wymagane dokumenty, dopuszczające wyroby budowlane do obrotu i powszechnego stosowania (certyfikaty zgodności, deklarację właściwości użytkowych, ew. badania materiałów wykonane przez dostawców itp.). Badania powinny obejmować wszystkie właściwości określone w p. 2 i 5 niniejszych WWiORB.

Częstotliwość badań i pomiarów powinien być nie mniejszy niż określony w Zakładowej Kontroli Produkcji dla dostarczanych na budowę materiałów i wyrobów budowlanych.

6.7. Badania w trakcie wykonywania robót

Zakres badań prowadzonych w trakcie robót przedstawiono w Tabeli 6.

Tabela 6 Rodzaj i częstotliwość badań w czasie robót

Lp.	Wyszczególnienie badań	Minimalna liczba badań i pomiarów
Mieszanka mineralno-cementowo-emulsyjna (MMCE)		
1	Dozowanie materiałów doziarniających	Ocena ciągła
2	Dozowanie środków wiążących (cement i emulsja asfaltowa)	Ocena ciągła
3	Ocena wizualna jednorodności i otoczenia mieszanki	Ocena ciągła
5	Zawartość wolnych przestrzeni	dla każdej działki roboczej i/lub na każde rozpoczęte 6000 m ²
6	Wytrzymałość na pośrednie rozciąganie ITS po 7 i 28 dniach	dla każdej działki roboczej i/lub na każde rozpoczęte 6000 m ²
7	Moduł sztywności <i>IT-CY*</i> , T = +5°C po 28 dniach, [MPa]	na każde rozpoczęte 9000 m ²
Warstwa z mieszanki mineralno-cementowo-emulsyjnej (MMCE)		
1	Ocena wizualna jednorodności powierzchni warstwy	ocena ciągła
2	Ocena wizualna jakości wykonania połączeń technologicznych	
3	Wskaźnik zagęszczenia warstwy	dla każdej działki roboczej i/lub na każde

Nazwa zadania : Budowa drogi ekspresowej S.. na odcinku ... – ... od km do km wraz z obwodnicą ... w ciągu DK.. od km.... do km....

4	Zawartość wolnych przestrzeni w warstwie	rozpoczęte 6000 m ²
5	Grubość warstwy	
6	Moduł odkształcenia E_2 lub moduł dynamiczny E_{vd} po 7 dniach lub 28 dniach	
7	Spadek poprzeczny	co 50 m
8	Równość podłużna	Planografem w sposób ciągły, 4-metrową łatą co 10 m
9	Równość poprzeczna	co 5 m
10	Szerokość	co 10 m
11	Rzędne wysokościowe	co 5 m
*dla dróg kategorii ruchu KR3÷7		

6.7.1. Pomiar temperatury powietrza

Pomiary temperatury otoczenia należy wykonywać, co najmniej dwa razy dziennie tuż przed rozpoczęciem robót oraz w trakcie trwania robót. W każdym przypadku temperatura otoczenia musi być zgodna z warunkami opisanymi w pkt. 5.4.

6.7.2. Zawartość wolnych przestrzeni w wytwarzanej mieszance

Zawartość wolnych przestrzeni w wytwarzanej mieszance MCE określa się według normy PN-EN 12697-8 w oparciu o gęstość objętościową oznaczoną według normy PN-EN 12697-6, metodą D na próbkach walcowych przygotowanych do badań wytrzymałości na pośrednie rozciąganie oraz gęstość oznaczoną według normy PN-EN 12697-5. 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. Wyniki badań powinny spełnić wymagania zawarte w Tabeli 4.

6.7.3. Wytrzymałość na pośrednie rozciąganie ITS

Wytrzymałość na pośrednie rozciąganie ITS wytwarzanej mieszanki MCE powinna być wyznaczona zgodnie z normą PN-EN 12697-23 po 7 i po 28 dniach od uformowania próbek. Wyniki badań powinny spełnić wymagania zawarte w Tabeli 4.

6.7.4. Moduł sztywności IT-CY

Moduł sztywności IT-CY wytwarzanej mieszanki MCE powinien być wyznaczony zgodnie z normą PN-EN 12697-26 po 28 dniach od uformowania próbek.

W przypadku badania modułu sztywności dopuszcza się aby maksymalnie 5% wyników przekraczało dopuszczalny przedział o nie więcej niż 30% wartości podanych w tabeli nr 4.

6.7.5. Moduł odkształcenia E_2 oraz moduł dynamiczny E_{vd}

Nazwa zadania : Budowa drogi ekspresowej S.. na odcinku ... – ... od km do km wraz z obwodnicą ... w ciągu DK.. od km.... do km....

Moduł odkształcenia E2 wykonanej warstwy z mieszanki MCE powinien być wyznaczony aparatem VSS, natomiast moduł dynamiczny średnio-ciężką płytą dynamiczną 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 0,25 a 0,35 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”.

Wyniki badań powinny spełnić wymagania zawarte w Tabeli 5.

6.7.6. Zawartość wolnej przestrzeni w warstwie

Zawartość wolnych przestrzeni w warstwie wykonanej z mieszanki MCE określa się według normy PN-EN 12697-8 w oparciu o gęstość objętościową oznaczoną według normy PN-EN 12697-6, metodą D na próbkach walcowych (odwiertach) pobranych z nawierzchni oraz gęstość oznaczoną według normy PN-EN 12697-5. Wyniki badań powinny spełnić wymagania zawarte w Tabeli 5.

6.7.7. Wskaźnik zagęszczenia warstwy wykonanej z mieszanki MCE

Wskaźnik zagęszczenia warstwy wykonanej z mieszanki MCE określa się poprzez stosunek, wyrażony w procentach, gęstości objętościowej oznaczonej według normy PN-EN 12697-6 metodą D na próbkach walcowych (odwiertach) pobranych z nawierzchni po jej zagęszczeniu do gęstości objętościowej oznaczonej według normy PN-EN 12697-6 metodą D, na próbkach walcowych przygotowanych w trakcie wykonywania warstwy do badań wytrzymałości na pośrednie rozciąganie. Próbkę do badań należy pobierać w tym samym miejscu. Do badań zagęszczenia warstw można wykorzystać inne metody po ich wcześniejszym skalibrowaniu i zaakceptowaniu przez Inżyniera/Inspektora Nadzoru. Jeżeli okaże się, że nie można wyznaczyć gęstości objętościowej na próbkach walcowych, ponieważ nie uda się pobrać próbek lub się one rozpadną w trakcie pobierania to można gęstość objętościową wyznaczyć inną równoważną metodą. Wyniki badań powinny spełnić wymagania zawarte w Tabeli 5.

6.7.8. Cechy geometryczne warstwy

Badania należy wykonywać z częstotliwością wskazaną w tabeli 6:

- równość podłużną należy badać planografem (w sposób ciągły) lub gdy nie jest to możliwe 4-metrową łata, zgodnie z normą BN-68/8931-04 w odstępach co 10 m,
- równość poprzeczną należy badać 4-metrową łata, zgodnie z normą BN-68/8931-04 co 5 m,
- szerokość – co 10 m,
- rzędne wysokościowe – co 50 m.

Wyniki badań powinny spełnić wymagania zawarte w Tabeli 5.

7. OBMIAR ROBÓT

7.1. Ogólne zasady obmiaru robót

Ogólne zasady obmiaru robót podano w D-M-00.00.00 „Wymagania ogólne”.

7.2. Jednostka obmiarowa

Jednostką obmiarową jest m² (metr kwadratowy) wykonanej warstwy podbudowy z mieszanki MCE.

8. ODBIÓR ROBÓT

8.1. Ogólne zasady odbioru robót

Ogólne zasady odbioru robót podano w WWIORB D-M-00.00.00 „Wymagania ogólne”. Roboty uznaje się za wykonane zgodnie z dokumentacją projektową, WWIORB i poleceniami Inżyniera, jeżeli wszystkie pomiary i badania dały wyniki pozytywne. Do odbioru ostatecznego uwzględniane są wyniki badań i pomiarów kontrolnych, badań i pomiarów kontrolnych dodatkowych oraz badań i pomiarów arbitrażowych do wyznaczonych odcinków częściowych.

9. PODSTAWA PŁATNOŚCI

9.1. Ogólne ustalenia dotyczące podstawy płatności

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

9.2. Cena jednostki obmiarowej

Cena wykonania 1 m² wykonanej warstwy podbudowy z mieszanki MCE.

10. PRZEPISY ZWIĄZANE

10.1. Normy

PN-EN 197-1	Cement. Część 1. Skład, wymagania i kryteria zgodności dotyczące cementów powszechnego użytku
PN-EN 933-11	Badania geometrycznych właściwości kruszyw -Część 11: Klasyfikacja składników kruszywa grubego z recyklingu
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
PN-EN 12591	Asfalty i lepiszcza asfaltowe. Wymagania dla asfaltów drogowych
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 badania mieszanek mineralno-asfaltowych na gorąco. Część 8: Oznaczanie gęstości objętościowej próbek mieszanki mineralno-asfaltowej
PN-EN 12697-8	Mieszanki mineralno-asfaltowe. Metody badania 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

Nazwa zadania : Budowa drogi ekspresowej S.. na odcinku ... – ... od km do km wraz z obwodnicą ... w ciągu DK.. od km.... do km....

	wytrzymałości mieszanki mineralno-asfaltowej na rozciąganie pośrednie
PN-EN 12697-26	Mieszanki mineralno-asfaltowe. Metody badań mieszanek mineralno-asfaltowych na gorąco. Część 26: Sztywność
PN-EN 12697-30	Mieszanki mineralno-asfaltowe. Metody badań mieszanek mineralno-asfaltowych na gorąco. Część 30: Przygotowanie próbek zagęszczonych przez ubijanie
PN-EN 12697-36	Mieszanki mineralno-asfaltowe. Metody badań mieszanek mineralno-asfaltowych na gorąco. Część 36: Oznaczanie grubości nawierzchni asfaltowych
PN-EN 13242	Kruszywa do niezwiązanych i hydraulicznie związanych materiałów stosowanych w obiektach budowlanych i budownictwie drogowym
PN-EN 13808	Asfalty i lepiszcza asfaltowe. Zasady klasyfikacji kationowych emulsji asfaltowych
PN-S-02205:1998	Drogi samochodowe. Roboty ziemne
BN-68/8931-04	Drogi samochodowe. Pomiar równości nawierzchni łąką i planografem
ASTM E2835-11	Standard Test Method for Measuring Deflections using a Portable Impulse Plate Load Test Device

10.2. Inne dokumenty

1. Rozporządzenie Ministra Transportu i Gospodarki Morskiej z dnia 2 marca 1999 r. w sprawie warunków technicznych, jakim powinny odpowiadać drogi publiczne i ich usytuowanie (Dz. U. z 2016 r. poz. 124, z późn. zm.)
2. Ustawa o odpadach z dnia 14 grudnia 2012 (Dz. U. 2013 poz. 21 z późn. zm.)
3. Rozporządzenie Ministra Klimatu i Środowiska z dnia 23 grudnia 2021 r. w sprawie określenia szczegółowych warunków utraty statusu odpadów dla odpadów destruktu asfaltowego (Dz.U. 2021 poz. 2468)
4. Instrukcja projektowania i wbudowania mieszanek mineralno-cementowo-emulsyjnych (MCE), Załącznik nr 9.4.2 do RID 06 Wykorzystanie materiałów pochodzących z recyklingu
5. Zalecenia bezpiecznego stosowania destruktu asfaltowego ze smołą w warstwach wykonanych w technologii mieszanek mineralno-cementowo-emulsyjnych MCE, Załącznik nr 9.4.3 do RID 06 Wykorzystanie materiałów pochodzących z recyklingu.
6. Zusätzliche Technische Vertragsbedingungen und Richtlinien für Erdarbeiten im Straßenbau ZTVE-StB 94.