



ZARZĄD DRÓG WOJEWÓDZKICH W KATOWICACH

Wytyczne Techniczne

Mieszanka mineralno cementowo emulsyjna

WTW MMCE KR0-KR7

Wydanie 2026

KATOWICE 2026

Zarządzenie nr D/1321/3Z/26
Dyrektora Zarządu Dróg Wojewódzkich w Katowicach
z dnia 09 stycznia 2026 r.

w sprawie
ustalenia standardów technicznych na drogach wojewódzkich

Na podstawie § 2 punkt 5 Statutu Zarządu Dróg Wojewódzkich w Katowicach zatwierdzonego Uchwałą nr VI/55/7/2023 Sejmiku Województwa Śląskiego z dnia 27.03.2023 r. oraz § 4 punkt 4c Regulaminu Organizacyjnego Zarządu Dróg Wojewódzkich w Katowicach, wprowadzonego Zarządzeniem nr D/1321/41Z/24 Dyrektora Zarządu Dróg Wojewódzkich w Katowicach z dnia 28 czerwca 2024 roku, zarządzam:

1. Ustalam standardy techniczne: *„Wytyczne Techniczne. Mieszanka mineralno cementowo emulsyjna. WTW MMCE KR0-KR7” /Wydanie 2026/*, stanowiące Załącznik do niniejszego Zarządzenia.
2. Standardy techniczne, o których mowa w punkcie 1 niniejszego Zarządzenia, obowiązują przy projektowaniu i w wykonawstwie robót dla dróg wojewódzkich, dla których zarządcą jest Zarząd Województwa Śląskiego.
3. Zobowiązuję Naczelników Wydziałów/Kierowników Zespołów/Referatów do zapoznania pracowników z treścią niniejszego Zarządzenia, zgodnie z właściwością.
4. Standardy techniczne, o których mowa w punkcie 1 niniejszego Zarządzenia, obowiązują od dnia 12 stycznia 2026 r.
5. Zarządzenie wraz z Załącznikiem podlega opublikowaniu na stronie internetowej: www.zdw.katowice.pl
6. Zarządzenie wchodzi w życie z dniem podpisania.

DYREKTOR

Zbigniew Tabor



SPIS TREŚCI

1. WSTĘP.....	4
1.1. Przedmiot wytycznych	4
1.2. Zakres stosowania wytycznych	4
1.3. Zakres robót objętych Wytycznych.....	4
1.4. Określenia podstawowe	4
1.5. Skróty i skrótowce	5
2. MATERIAŁY	5
2.1. Destrukt	5
2.2. Kruszywo doziarniające.....	6
2.3. Spoiwo hydrauliczne	7
2.4. Emulsja asfaltowa	7
2.5. Woda.....	7
3. SPRZĘT	7
3.1. Sprzęt stosowany do wykonania robót	7
4. TRANSPORT	8
4.1. Transport materiałów składowych	8
5. WYKONANIE ROBÓT	8
5.1. Projektowanie mieszanki MCE.....	8
5.2. Pobranie próbki destruktu do badań.....	11
5.3. Odcinek próbny.....	12
5.4. Warunki wykonywania mieszanki MCE	13
5.5. Wykonywanie warstwy z MMCE.....	13
5.6. Połączenia technologiczne.....	14
5.7. Pielęgnacja wykonanej warstwy z MMCE.....	15
6. KONTROLA JAKOŚCI ROBÓT	15
6.1. Ogólne zasady kontroli jakości robót.....	15
6.2. Badania przed przystąpieniem do robót.....	16
6.3. Badania w trakcie wykonywania robót.....	16
6.3.1. Pomiar temperatury powietrza.....	17
6.3.2. Wytrzymałość na pośrednie rozciąganie ITS.....	17
6.3.3. Moduł odkształcenia E2 oraz moduł dynamiczny E _{vd}	17



6.3.4. Wskaźnik odkształcenia I_0 warstwy wykonanej z mieszanki MCE.....	17
6.3.5. WSKAŹNIK ZAGĘSZCZENIA I_s warstwy MCE	17
6.3.6. Cechy geometryczne warstwy	17
7. OBMIAR ROBÓT.....	18
7.1. Jednostka obmiarowa.....	18
8. ODBIÓR ROBÓT	18
8.1. Ogólne zasady odbioru robót	18
9. PODSTAWA PŁATNOŚCI.....	18
9.1. Cena jednostki obmiarowej	18
10. PRZEPISY ZWIĄZANE.....	18
10.1. Normy	18
10.2. Inne dokumenty.....	19
Załącznik Nr. 1 PROCEDURA PROJEKTOWANIA MIESZANKI MCE.....	20



1. WSTĘP

1.1. PRZEDMIOT WYTYCZNYCH

Przedmiotem niniejszych wytycznych są wymagania dotyczące wykonania i odbioru robót związanych z wbudowaniem warstwy z mieszanki mineralno-cementowo-emulsyjnej (MMCE) o grubości od 15 cm do 25 cm.

1.2. ZAKRES STOSOWANIA WYTYCZNYCH

Ustalenia zawarte w niniejszych wytycznych dotyczą zasad prowadzenia robót związanych z

- przebudową istniejących nawierzchni,
- poszerzeniem lub remontem poboczy,
- budową nowych nawierzchni w ramach remontów i przebudów

1.3. ZAKRES ROBÓT OBJĘTYCH WYTYCZNYCH

Ustalenia zawarte w niniejszych wytycznych dotyczą zasad prowadzenia robót związanych z wbudowaniem warstwy **ulepszona podłoża gruntowego, podbudowy pomocniczej** z mieszanki mineralno-cementowo-emulsyjnej (MMCE)

1.4. 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.

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.

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 wymieszania i uzyskanie większej jednorodności.

Recykler – urządzenia mobilne umożliwiające jednorodne wymieszanie destruktu, kruszywa doziarniającego i środków wiążących. Recykler może być wyposażony między innymi w elementy do frezowania warstw nawierzchni, do pobierania destruktu, do doziarniania destruktu, do równoczesnego dozowania środków wiążących (emulsji i cementu), do homogenicznego mieszania przy użyciu mieszalnika o wymuszonym mieszanii, do rozkładania i wbudowywania mieszanki MCE.

1.5. SKRÓTY I SKRÓTOWCE

- 1.5.1. (ρ_{mv})- Gęstość mieszanki MCE, Mg/m³ Postępowanie A: metoda obj. w wodzie, PN-EN 12697-5
- 1.5.2. (ρ_{dim})- Gęstość objętościowa MCE w próbkach Marshalla - met. D (po 7 dniach), Mg/m³, PN-EN 12697-6 (referencyjna)
- 1.5.3. (ρ_d)- Gęstość objętościowa szkieletu mieszanki w nawierzchni MCE, g/cm³, BN-77/8931-12
- 1.5.4. (ITS_{7,28,56})- Wytrzymałość na rozciąganie pośrednie po 7, 28, 56 dniach, Mpa, PN-EN 12697-23
- 1.5.5. (w)- Zawartość wody w mieszance MCE, %, PN-EN 1097-5
- 1.5.6. (P)- Wskaźnik zagęszczenia w warstwie MCE, %, PN-EN 13108-20 zał.C p.C.4
- 1.5.7. (Va)- Wolna przestrzeń w mieszance, warstwie MCE, %, PN-EN 12697-8
- 1.5.8. DWU- Deklaracja właściwości użytkowych
- 1.5.9. CE- Oznakowanie CE

2. MATERIAŁY

2.1. DESTRUKT

Do wykonania warstwy z MMCE należy stosować destruk, czyli materiał powstały w wyniku frezowania lub pokruszenia jednej lub kilku warstw konstrukcyjnych nawierzchni w temperaturze otoczenia. powinien charakteryzować się ciągłym uziarnieniem (orientacyjnie) i spełniać 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 destruktu przedstawia Tabela 1:

Tabela 1. Właściwości destruktu do mieszanki z MMCE

Lp.	Właściwość	Wymaganie
1	Zanieczyszczenia organiczne, ocena wizualna (części roślinne, kłaczka)	Brak zanieczyszczeń
2	zanieczyszczenia obce wg PN-EN 933-11	$\Sigma (R_b, R_g) \leq 1\% \text{ m/m}^*$
3	Określenie ilości i rodzaju lepiszcza w destrukcie	Smoła/asfalt**
*R _b - gliniane akcesoria murarskie (cegły, płytki), krzemionkowe akcesoria murarskie, napowietrzone niepiływające betony, R _g - szkło ** Oznaczenie rodzaju lepiszcza należy przeprowadzić przy wykorzystaniu specjalistycznego preparatu do wykrywania wielopierścieniowych węglowodorów aromatycznych w formie sprayu oraz lampy ultrafioletowej (procedura opisana w p. 4 załącznika nr 9.4.3 RID 06). W szczególnych przypadkach można to zrobić organoleptycznie lub na podstawie oceny wizualnej.		

2.2. KRUSZYWO DOZIARNIAJĄCE

Dopuszczone jest stosowanie kruszywa drobnego, kruszywa grubego oraz kruszywa o ciągłym uziarnieniu. Wymagania dla kruszyw podano w Tabela 2.

Tabela 2. Parametry kruszywa doziarniającego

Lp.	Właściwość	Wymagania w zależności od kategorii ruchu
		KR 0÷7
1	Uziarnienie kruszywa oznaczone według PN-EN 933-1, kategoria nie niższa niż: (Zestaw sit # - zestaw podstawowy plus zestaw 1)	$G_C 80/20$ $G_F 80$ $G_A 75$
		Wszystkie frakcje dozwolone
3	Tolerancje uziarnienia kruszywa drobnego i kruszywa o ciągłym uziarnieniu, odchylenie nie większe niż według kategorii:	$GT_F 10,$ $GT_A 20$
4	Zawartość pyłów wg PN-EN 933-1: - w kruszywie grubym, - w kruszywie drobnym, - w kruszywie o ciągłym uziarnieniu	f_4 f_{16} f_{15}
5	Siarczany rozpuszczalne w kwasie wg PN-EN 1744-1	AS_{NR}
6	Całkowita zawartość siarki wg PN-EN 1744-1	S_{NR}
7	Odporność na rozdrabnianie wg PN-EN 1097-2	LA_{40}
8	Nasiąkliwość wg PN-EN 1097-6	WA_{242}^*
9	Zgorzel słoneczna bazaltu wg PN-EN 1367-3 i wg PN-EN 1097-2	SB_{LA} Deklarowana
10	Wskaźnik kształtu wg PN-EN 933-4	SI_{40}

*W przypadku, gdy wymaganie nie jest spełnione należy sprawdzić mrozoodporność na frakcji 8/16 – wymaganie: F₄

Uwaga: należy zadeklarować uziarnienie:

Zarząd Dróg Wojewódzkich w Katowicach (2026)

Autor: Ewa Wilk



- ✓ dla kruszyw grubych, drobnych i o ciągłym uziarnieniu na sitach zgodnie z tabl.2 normy PN-EN 13242

Inwestor uznaje DWU lub oznakowanie CE dla kruszywa doziarniającego na zgodność z normą zharmonizowaną PN-EN 13242+A1

2.3. SPOIWO HYDRAULICZNE

Należy stosować cement powszechnego użytku spełniający wymagania PN-EN 197-1 „Cement. Część 1. Skład, wymagania i kryteria zgodności dotyczące cementów powszechnego użytku”.

2.4. 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:

- powstała na bazie asfaltu: 50/70 lub 70/100 wg PN-EN 12591 „Asfalty i lepiszcza asfaltowe. Wymagania dla asfaltów drogowych”,
- nie zawiera rozpuszczalników i topników,
- emulsja powinna charakteryzować się dobrą tolerancją ze spoiwem.

2.5. 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. SPRZĘT STOSOWANY DO WYKONANIA ROBÓT

Do wytwarzania mieszanki MCE na drogach kategorii ruchu KRO=KR7 można stosować:

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

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.



Recyklerzy 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 umożliwi 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 lub płytą dynamiczną (wymagania wg Tabeli 5).

4. TRANSPORT

4.1. TRANSPORT MATERIAŁÓW SKŁADOWYCH

Kruszywa i destrukty 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, zbrzyleniem 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 autocysternach. Nie można dopuścić do zmieszania emulsji z innymi rodzajami emulsji lub z czystym asfaltem na etapie załadunku jak i rozładunku z cysterny.

5. WYKONANIE ROBÓT

5.1. PROJEKTOWANIE MIESZANKI MCE

Na 7 dni 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 2.1,
- uziarnienie mieszanki mineralnej (destrukty, kruszywo doziarniające, cement) oraz % skład poszczególnych składników
- sprawozdania z badań materiałów wchodzących w skład zaprojektowanej mieszanki MCE,
- sprawozdania z badań właściwości mieszanki MCE zgodnie z Tablicą 4.



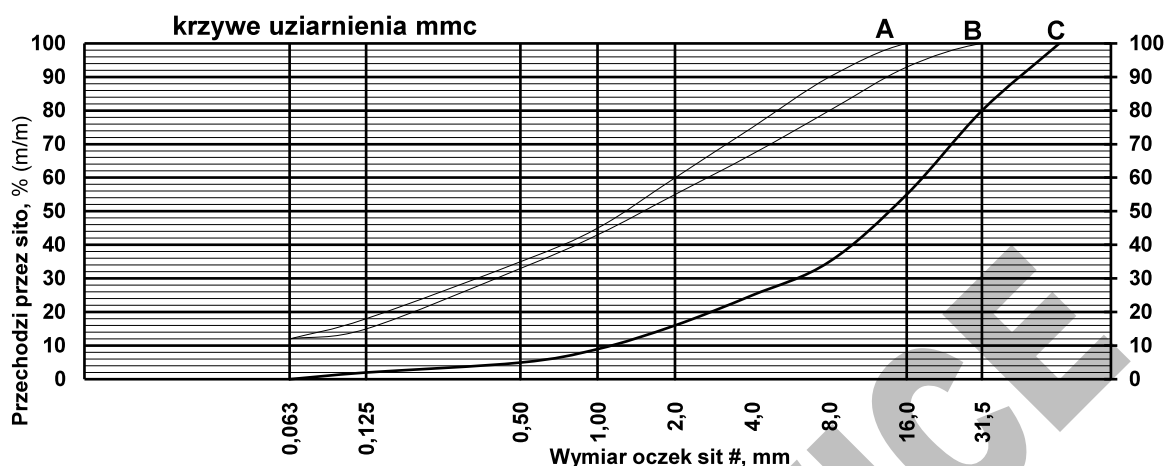
Mieszanka mineralna MCE może składać się z destruktu lub destruktu i kruszywa doziarniającego oraz cementu. Uziarnienie mieszanki mineralnej powinno być tak dobrane, aby zapewnić z jednej strony nośny szkielet mineralny, a z drugiej strony odpowiednią urabialność niezbędną dla zapewnienia dobrej zagęszczalności i utrzymania wymaganego poziomu wolnej przestrzeni w zagęszczonej warstwie.

Materiały składowe powinny spełniać wymagania zawarte w p. 2 niniejszych Wytycznych.

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 Tabeli 3 oraz na rysunku 1. Uziarnienie mieszanki mineralnej określa się z uwzględnieniem dodatku cementu. Dopuszczalne jest zaprojektowanie mieszanki mineralnej MCE bez kruszywa doziarniającego, o ile osiągnięte zostaną wymagania dotyczące cech fizycznych i mechanicznych.

Tabela 3. Uziarnienie mieszanki mineralnej w MMCE

Udział w MM	Krzywe graniczne			
	KR0 - KR2 (AC)		KR3 - KR7 (BC)	
	Dolna	Górna	Dolna	Górna
# 63,0	100	100	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



Rysunek 1. Graniczne uziarnienie mieszanki mineralnej w MMCE dla kategorii ruchu 0-7

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

Dla dróg kategorii ruchu KR 0-2:

- 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.

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 musi zawierać:

- % skład granulometryczny mieszanki mineralno cementowej
- % skład mieszanki MCE
- Uziarnienie poszczególnych materiałów
- Krzywa uziarnienia wynikowa (zgodna z tabelą 3)
- Zawartość lepiszcza w destrukcie (asfalt/smola),%



- Wilgotność optymalna mieszanki mineralno-cementowej (metoda II), %
- Wilgotność optymalna mieszanki MCE po uwzględnieniu wody zawartej w emulsji, %
- Ilość wody dodanej do mieszanki po uwzględnieniu obliczeń wg. wzoru 1 (załącznik 1)
- Zawartość lepiszcza bitumicznego w mieszance (starego), %
- Zawartość lepiszcza bitumicznego łącznie z asfaltem wytrąconym z emulsji, %
- Zawartość cementu, %
- Zawartość emulsji, %
- Zawartość asfaltu w emulsji, %
- Gęstość miesz. MCE, Mg/m³. post. A: metoda obj. w wodzie (pmv)
- Gęstość objęty. MCE w próbkach Marshalla-met. D (po 7 dniach), Mg/m³ (ρ_{dim}) referencyjna
- Grubość warstwy MCE, m
- Udział poszczególnych składników w Mg/m²
- Spełnione parametry z tabeli 4

Tabela 4. Wymagania dla mieszanek MCE (recepta)

Lp.	Parametr	Wymagania w zależności od kategorii ruchu	
		KR 0÷2	KR 3÷7
1	Zawartość wolnych przestrzeni po 7 dniach [%]	8,0 ÷ 13,0	8,0 ÷ 11,0
2	Wytrzymałość na pośrednie rozciąganie <i>ITS</i> , T = +5°C, po 7 dniach, [MPa] (wartość wskaźnikowa)	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 IT-CY, T = +5°C po 7 dniach, [MPa] (wartość wskaźnikowa)	od 1000 do 3500	od 1500 do 4500
5	Moduł sztywności IT-CY, T = +5°C po 28 dniach, [MPa]	od 1500 do 5000	od 2000 do 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

Decydującym kryterium przydatności mieszanki MCE są parametry uzyskane po 28 dniach od zagęszczenia oraz zawartość wolnej przestrzeni po 7 dniach.

Parametry mechaniczne uzyskane po 7 dniach należy traktować jako wymagania pomocnicze (wskaźnikowe).

5.2. 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 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.

5.3. 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 150m². (nie dotyczy dróg kategorii KR 0-2)

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 przejazdów sprzętu zagęszczającego, potrzebnej do uzyskania wymaganego wskaźnika zagęszczenia.

W trakcie wykonywania odcinka próbnego należy sprawdzić:

- przydatność zaproponowanej recepty do wykonania warstwy z mieszanki MCE,
- jednorodność wykonania warstwy z mieszanki MCE oraz efektywność sprzętu zagęszczającego,
- parametry warstwy wykonanej z mieszanki MCE zgodnie z Tabelą 5.
- Ustalenie sposobu (metody) określenia nośności i zagęszczenia warstwy. Wykonawca przygotowuje raport z odcinka próbnego i przedstawi Inżynierowi do zatwierdzenia

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

Dalsze prace mogą być prowadzone po zatwierdzeniu odcinka próbnego przez Inżyniera.



5.4. WARUNKI WYKONYWANIA 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.

5.5. WYKONYWANIE WARSTWY Z MMCE

Warstwa 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 WTW.

Warstwę z mieszanki MCE należy zagęszczać w następującej kolejności:

- przejście ciężkim walcem stalowym wibracyjnym o ciężarze roboczym minimum 14 ton (zagęszczenie głębokich partii zabudowywanej warstwy),
- 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. Mieszankę, 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.	Właściwość	Wymagania w zależności od kategorii ruchu		
		KR 0÷2	KR3÷4	KR5÷7
		<i>Dolne warstwy konstrukcji nawierzchni podbudowa pomocnicza (Rys.1)</i>		
1	Nośność warstwy (bezpośrednio po zagęszczeniu) i zagęszczenie: (stosować zamiennie) a. wtórny moduł odkształcenia E_2 [MN/m ²]/wskaźnik odkształcenia l_0 b. dynamiczny moduł odkształcenia E_{vd} [MN/m ²]/Wskaźnik zagęszczenia l_s [%]	$E_2 \geq 80 / l_0 \leq 2,5$ $E_{vd} \geq 35 / l_s \geq 97,0$	$E_2 \geq 100 / l_0 \leq 2,5$ $E_{vd} \geq 45 / l_s \geq 98,0$	$E_2 \geq 120 / l_0 \leq 2,2$ $E_{vd} \geq 65 / l_s \geq 98,0$
2	Jeśli nie jest spełnione wymaganie z pkt. 1 to warstwy można przykrywać po osiągnięciu wartości (E_2 lub E_{vd} zamiennie) do 7 dni:	$E_2 \geq 100 / l_0 \leq 2,5$	$E_2 \geq 130 / l_0 \leq 2,5$ $E_{vd} \geq 65 / l_s \geq 98,0$	$E_2 \geq 150 / l_0 \leq 2,2$ $E_{vd} \geq 75 / l_s \geq 98,0$



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.

5.7. PIELĘGNACJA WYKONANEJ WARSTWY 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, 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 może rozpocząć się po osiągnięciu przez warstwę MCE 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 5. 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 należy wykonać warstwę kruszywa łamanego 0/31,5mm zgodnie z dokumentacją projektową. Warstwa z mieszanki MCE powinna być przykryta następną warstwą nawierzchni przed okresem zimowym.

6. KONTROLA JAKOŚCI ROBÓT

6.1. OGÓLNE ZASADY KONTROLI JAKOŚCI ROBÓT

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 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 Wytycznych.

Częstość badań i pomiarów powinna być nie mniejsza niż określona w Zakładowej Kontroli Produkcji dla dostarczanych na budowę materiałów i wyrobów budowlanych.

6.3. BADANIA W TRAKCIE WYKONYWANIA ROBÓT

Zakres badań prowadzonych w trakcie robót przedstawiono w Tabeli 6.

Tabela 6 Rodzaj i częstość badań

Lp.	Wyszczególnienie badań	Minimalna liczba badań i pomiarów
Mieszanka mineralno-cementowo-emulsyjna (MMCE) w trakcie wbudowywania		
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
4*	Wytrzymałość na pośrednie rozciąganie ITS po 7 i 28 dniach (wymagania wg Tabeli 4)	1x na każdą działkę roboczą lub na każde rozpoczęte 6000 m ²
5	Gęstość objętościowa objętościomierzem wodnym	1x na każdą działkę roboczą lub na każde rozpoczęte 6000 m ²
6*	Odporność na działanie wody (pozostała wytrzymałość na pośrednie rozciąganie ITS po przechowywaniu próbek w wodzie), 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	Ocena ciągła
3	Moduł odkształcenia E_2 , i wskaźnik odkształcenia I_0 (wymagania wg Tabeli 5)	1x na działkę roboczą lub na 6000 m ²
4	Moduł dynamiczny E_{vd} (wymagania wg Tabeli 5). I wskaźnik zagęszczenia I_s (poz.3 i 4 zamiennie)	1x na działkę roboczą lub na 6000 m ²
5	Grubość warstwy	co 50 m
6	Spadek poprzeczny	co 50 m
7	Równość podłużna	4-metrową łąką co 20 m
8	Równość poprzeczna	2 m łąką co 20 m
9	Szerokość	co 20 m

Zarząd Dróg Wojewódzkich w Katowicach (2026)

Autor: Ewa Wilk



10	Rzędne wysokościowe	co 10 m
*dla dróg kategorii ruchu KR5÷7		

6.3.1. 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.

6.3.2. WYTRZYMAŁOŚĆ NA POŚREDNIE ROZCIĄGANIE ITS

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

6.3.3. MODUŁ ODKSZTAŁCENIA E2 ORAZ MODUŁ DYNAMICZNY EVD

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 zakresy jak podano w uwadze pod tabelą 5.

Wyniki badań powinny spełnić wymagania zawarte w Tabeli 5.

6.3.4. WSKAŹNIK ODKSZTAŁCENIA I_0 WARSTWY WYKONANEJ Z MIESZANKI MCE

Odbiór warstwy powinien bazować na określeniu nośności warstwy po jej zagęszczeniu. Wskaźnik odkształcenia warstwy MCE należy sprawdzić płytą VSS bezpośrednio po zakończeniu zagęszczania warstwy. W tym przypadku stosunek modułów odkształcenia E2/E1 powinien wynosić jak w tabeli 5 (≤ 2.2 lub 2,5).

6.3.5. WSKAŹNIK ZAGĘSZCZENIA I_s WARSTWY MCE

Wymagany wskaźnik zagęszczenia powinien być zgodny z tabelą 5.

6.3.6. CECHY GEOMETRYCZNE WARSTWY

Badania należy wykonywać z częstotliwością wskazaną w tabeli 6:

- równość podłużną należy badać 4-metrową łątą, zgodnie z normą BN-68/8931-04 w odstępach co 20m,
- równość poprzeczną należy badać 2-metrową łątą, zgodnie z normą BN-68/8931-04 co 20 m,
- szerokość co 20 m,
- rzędne wysokościowe co 20 m.

Wyniki badań powinny spełnić wymagania zawarte w Tabeli 5.



7. OBMIAR ROBÓT

7.1. JEDNOSTKA OBMIAROWA

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

8. ODBIÓR ROBÓT

8.1. OGÓLNE ZASADY ODBIORU ROBÓT

Roboty uznaje się za wykonane zgodnie z dokumentacją projektową, Wytycznych 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. CENA JEDNOSTKI OBMIAROWEJ

Cena wykonania 1 m² wykonanej warstwy 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 lepszczka asfaltowe. Wymagania dla asfaltów drogowych
- 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 12697-30 Mieszanki mineralno-asfaltowe. Metody badań mieszanek mineralno-asfaltowych na gorąco. Część 30: Przygotowanie próbek zagęszczonych przez ubijanie

PN-S-02205:1998 Drogi samochodowe. Roboty ziemne

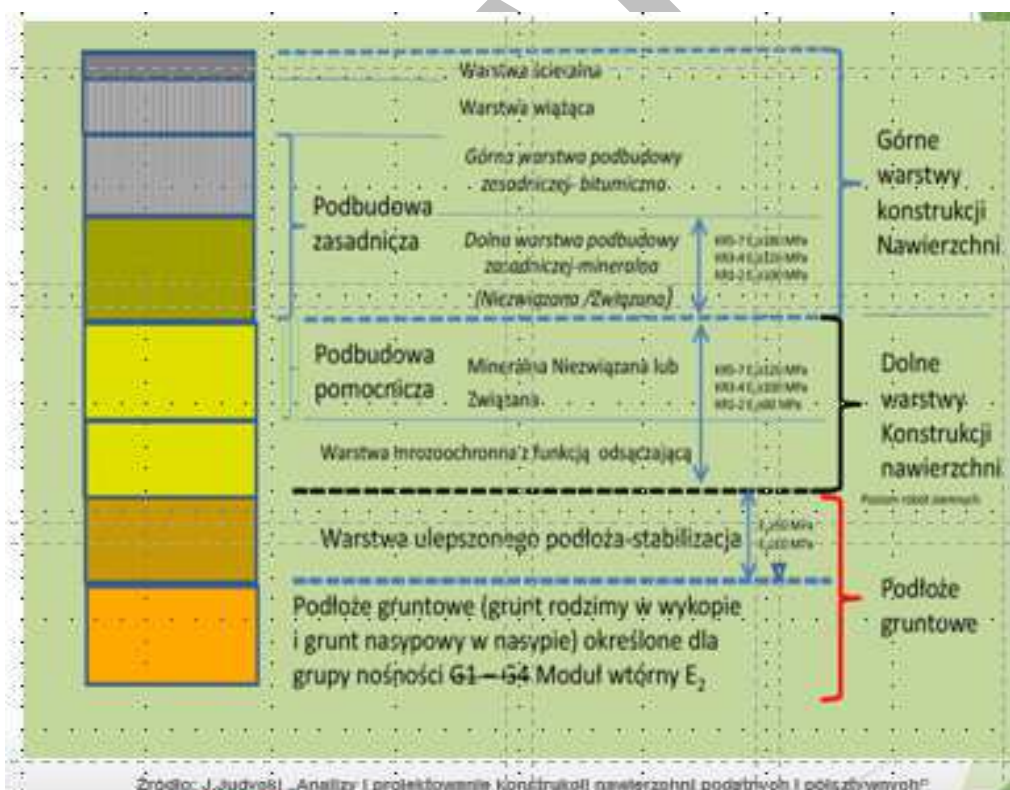
BN-68/8931-04 Drogi samochodowe. Pomiar równości nawierzchni łatą i planografem

PN-EN 13286-2 „Mieszanki niezwiązane i związane hydraulicznie. Część 2: Metody badań laboratoryjnych gęstości na sucho i zawartości wody. Zagęszczanie metodą Proctora”

ASTM E2835-11 Standard Test Method for Measuring Deflections using a Portable Impulse Plate Load Test Device

10.2. INNE DOKUMENTY

1. Ustawa o odpadach z dnia 14 grudnia 2012 (Dz. U. 2013 poz. 21 z późn. zm.)
2. 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)
3. Instrukcja projektowania i wbudowania mieszanek mineralno-cementowo-emulsyjnych (MCE), Załącznik nr 9.4.2 do RID 06 Wykorzystanie materiałów pochodzących z recyklingu
4. 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.



Rys 1. Schemat konstrukcji nawierzchni podatnej i półsztywnej

Zarząd Dróg Wojewódzkich w Katowicach (2026)

Autor: Ewa Wilk



ZAŁĄCZNIK NR. 1 PROCEDURA PROJEKTOWANIA MIESZANKI MCE

Projektowanie mieszanki mineralno-cementowo-emulsyjnej powinno odbywać się według następującej procedury:

1. Zasady ogólne

- Dobranie materiałów wyjściowych do opracowania mieszanki mineralnej MCE.
- Dobranie środków wiążących do przygotowania mieszanki MCE.
- Wyznaczenie optymalnej zawartości płynów.
- Wyznaczenie ilości wody potrzebnej do dodania w celu uzyskania optymalnej zawartości płynów.
- Uformowanie próbek z mieszanki mineralno-cementowo-emulsyjnej w celu określenia cech fizycznych i mechanicznych wykonywanej mieszanki.
- Przechowywanie próbek przez okres dojrzewania.
- Przeprowadzenie wymaganych badań w celu określenia cech fizycznych i mechanicznych.
- Opracowanie składu recepty mieszanki MCE

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.

W przypadku konieczności szybkiego wykorzystania wykonanej podbudowy można stosować cementy szybkowiązące, w pozostałych przypadkach cementy wolnowiązące.

2. Określenie ilości wody

Próbki do badań mieszanki MCE należy zagęszczać przy optymalnej zawartości płynów.

Zarząd Dróg Wojewódzkich w Katowicach (2026)

Autor: Ewa Wilk



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:

Wzór 1

$$W_{dod} = W_{opt} - W_{nat} - W_{em} - 0,5 \times B$$

gdzie:

W_{dod} - ilość dodawanej wody do mieszanki [%],

W_{opt} - optymalna zawartość płynów [%],

W_{nat} - wilgotność naturalna mieszanki mineralnej (destruktu i kruszywa) [%],

W_{em} - zawartość wody pochodzącej z emulsji asfaltowej [%],

B - zawartość asfaltu pochodzącego z emulsji asfaltowej [%].

Optymalną zawartość wody w_{opt} określa się w oparciu o metodę Proctora, według metody zmodyfikowanej, w dużym cylindrze (cylinder B), przy następujących założeniach:

- Należy przygotować mieszankę mineralną z destruktu, kruszywa doziarniającego oraz np. 2 % cementu.
- Do każdej porcji mieszanki dodać wodę tak, aby każda kolejna próbka miała wilgotność większą o 1,0 – 1,5 %.
- Norma dopuszcza materiał o uziarnieniu do 31,5 mm, dlatego też należy odsiać nadziarno i zastąpić je materiałem drobniejszym o uziarnieniu od 22,4 do 31,5 mm.

Z badania uzyskuje się wartość w_{opt} w % i gęstość objętościową szkieletu mieszanki mineralno-cementowej (metoda B zmodyfikowana) w Mg/m³.

3. Procedura przygotowanie próbek mieszanki MCE

Przed wykonaniem próbek z dodatkiem emulsji należy sprawdzić jej stabilność w kontakcie z cementem. Badanie należy przeprowadzić zgodnie z PN-EN 12848 „Asfalty i lepiszcza asfaltowe. Oznaczanie stabilności emulsji asfaltowych podczas mieszania z cementem”.

Do dalszych badań należy przygotować próbki różniące się zawartością emulsji asfaltowej lub zawartością cementu. Badania mieszanki MCE należy przeprowadzać na mieszankach różniących się zawartościami pierwszego środka wiążącego, przy stałej zawartości drugiego środka wiążącego. W przypadku stałej ilości cementu ilość emulsji powinna w kolejnych mieszankach różnić się o 1% W przypadku stałej zawartości emulsji ilość cementu w kolejnych mieszankach powinna różnić się o 1%. W razie potrzeby, gdy nie można uzyskać wymaganych parametrów, należy zmienić środek wiążący lub skorygować mieszankę mineralną.

4. Przygotowanie próbek do badań

a. 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.



- b. Do wymieszanego destruktu z kruszywem, wodą i cementem należy dodać emulsję asfaltową i wymieszać wszystko w celu uzyskania jednorodnej mieszanki MCE.
- c. Wskazane jest aby mieszanie odbywało się w mieszarkach mechanicznych. 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.
- d. Przygotowanie próbných mieszanek MCE musi tak przebiegać, aby osiągnięte zostało jednorodne rozrowadzenie środków wiążących w mieszance mineralnej.
- e. Zagęszczenie próbek powinno odbywać się w ubijakach Marshalla, w perforowanych formach (co najmniej 24 otwory o średnicy 2 mm rozmieszczone równomiernie na pobocznicę formy). Należy wykonać próbki o średnicy 101 ± 2 mm oraz wysokości $63,5 \pm 3,5$ mm. Próbki należy zagęszczać stosując 75 uderzeń na każdą stronę próbki. Zagęszczanie należy wykonać zgodnie z procedurą opisaną w normie PN-EN 12697-30.
- f. Dla każdej kombinacji zawartości środków wiążących należy wykonać po 18 próbek dla pojedynczego składu.
- g. Próbki po zagęszczeniu należy przechowywać w formach przez $20 \div 24$ h, w temperaturze $+20 \pm 5^\circ\text{C}$ (temperatura pokojowa),. Podczas wyjmowania próbek należy zachować szczególną ostrożność, aby ich nie uszkodzić. Do wyjmowania próbek należy zastosować wyciskarkę hydrauliczną lub wyciskarkę ręczną. Próbek nie należy wybijać z formy przy użyciu młotka.
- h. Po wyjęciu próbek 3 najbardziej uszkodzone należy odrzucić pozostawiając 15 najlepiej uformowanych do dalszych badań.

5. kondycjonowanie próbek

Próbki po wykonaniu i wyjęciu z form powinny być odpowiednio kondycjonowane, w następujących warunkach:

- a. Pierwszą dobę po zagęszczeniu próbki powinny być przechowywane w formach, w których zostały zagęszczone. (p. 5.1.3 g)
- b. Od 2 do 7 doby następuje przechowywanie suche przy względnej wilgotności od 40% do 70%, przy temperaturze powietrza $+20 \pm 5^\circ\text{C}$. i 6 próbek przeznaczają się do badań po 7 dniach.
- c. Pozostałe próbki do 14 doby przechowuje się w warunkach suchych przy względnej wilgotności od 40% do 70%, przy temperaturze powietrza $+20 \pm 5^\circ\text{C}$. W 14-tej dobie próbki dzieli się na dwie grupy
- d. Jedną grupę próbek (2x3 szt) przechowuje się w powietrzu w $+20 \pm 5^\circ\text{C}$ przez kolejne 14 dni.
- e. Drugą grupę próbek (1x3 szt) umieszcza się w kąpeli wodnej o temperaturze $+20 \pm 5^\circ\text{C}$, przy całkowitym ich przykryciu na kolejne 14 dni.
- f. po 28 dobach, próbki przechowywane w warunkach suchych przygotowuje się do oznaczenia modułu sztywności ITCY oraz wytrzymałości na pośrednie rozciąganie. Próbki przechowywane w warunkach sucho/mokrych przygotowuje się do badania wytrzymałości na pośrednie rozciąganie.



6. Oznaczenie zawartości wolnej przestrzeni po 7 dniach

Przed wykonaniem badań wytrzymałości 7-dniowej oraz modułów sztywności po 7 dniach należy oznaczyć gęstość objętościową dla każdej próbki (met. D ρ_{bdim} wg PN-EN 12697-6), a po badaniu gęstość dla całej mieszanki MCE (wg PN-EN 12697-5 ρ_{mv} met. w wodzie) w celu określenia zawartości wolnych przestrzeni w próbkach wykonanych z mieszanki MCE. (wg. PN-EN 12697-8 V_m)

5. Badanie wytrzymałości na pośrednie rozciąganie oraz modułu sztywności po 7 dniach

Po kondycjonowaniu próbek zgodnie z p. 5.14 b. i oznaczeniu wolnej przestrzeni w siódmej dobie, 6 próbek przeznaczonych do badania wytrzymałości na pośrednie rozciąganie oraz modułu sztywności po 7 dniach przygotowuje się do badania.

Badania wytrzymałości na pośrednie rozciąganie oraz modułu sztywności przeprowadza się w temperaturze +5°C. 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. Wytrzymałość na pośrednie rozciąganie ITS należy wyznaczyć zgodnie z normą PN-EN 12697-23 w następujących warunkach:

- o temperatura badania +5°C,
- o prędkość przesuwu tłoka 50 mm/min.

Moduł sztywności należy oznaczyć metodą IT-CY zgodnie z normą PN-EN 12697-26. Badania należy przeprowadzić w następujących warunkach:

- o temperatura badania +5°C,
- o czas przyrostu odkształcenia 124±4 ms,
- o docelowy poziom deformacji 5 μm ,
- o czas pomiędzy cyklami obciążenia 3 s,
- o ilość impulsów próbnych 10,
- o ilość impulsów pomiarowych 5,
- o współczynnik Poissona 0,3.

Na podstawie badań po 7 dniach należy ocenić mieszankę MCE. Jeżeli wyniki rękują osiągnięcie wymagań określonych w tabeli 4 to można wstępnie zaakceptować receptę i kontynuować badania. W przeciwnym wypadku należy projektowanie mieszanki MCE zacząć od początku.

6. Badanie wytrzymałości na pośrednie rozciąganie oraz modułu sztywności po 28 dniach

Próbki po kondycjonowaniu wg p. poddaje się badaniu.

Badania wytrzymałości na pośrednie rozciąganie oraz modułu sztywności przeprowadza się w temperaturze +5°C. 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. Wytrzymałość na pośrednie rozciąganie ITS należy wyznaczyć zgodnie z normą PN-EN 12697-23 w następujących warunkach:

- o temperatura badania +5°C,
- o prędkość przesuwu tłoka 50 mm/min.



Moduł sztywności należy oznaczyć metodą IT-CY zgodnie z normą PN-EN 12697-26. Badania należy przeprowadzić w następujących warunkach:

- temperatura badania +5°C,
- czas przyrostu odkształcenia 124±4 ms,
- docelowy poziom deformacji 5 µm,
- czas pomiędzy cyklami obciążenia 3 s,
- ilość impulsów próbnych 10,
- ilość impulsów pomiarowych 5,
- współczynnik Poissona 0,3.

7. Odporność na działanie wody (pozostała wytrzymałość na pośrednie rozciąganie ITS po przechowywaniu próbek w wodzie)

Próbki po kondycjonowaniu wg p. 5.e poddaje się badaniu. Badania wytrzymałości na pośrednie rozciąganie przeprowadza się w temperaturze +5°C. 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. Wytrzymałość na pośrednie rozciąganie ITS należy wyznaczyć zgodnie z normą PN-EN 12697-23 w następujących warunkach:

- temperatura badania +5°C,
- prędkość przesuwu tłoka 50 mm/min.

Odporność na działanie wody oblicza się jako stosunek ITS oznaczonego wg. punktu 9 do ITS oznaczonego wg. p. 8 w %.

koniec