

D.04.10.01 PODBUDOWA Z MIESZANKI MINERALNO-CEMENTOWO-EMULSYJNEJ (MCE)

1. WSTĘP

1.1. Przedmiot SST

Przedmiotem niniejszej szczegółowej specyfikacji technicznej (SST) są wymagania dotyczące wykonania i odbioru robót związanych z wykonaniem podbudowy z mieszanki mineralno-cementowo-emulsyjnej metodą recyklingu na zimno dla zadania:

„Budowa i rozbudowa drogi wojewódzkiej nr 686 wraz z drogowymi obiektami inżynierskimi i niezbędną infrastrukturą techniczną na odcinku Michałowo – Juszkowy Gród”.

1.2. Zakres stosowania SST

Szczegółowa specyfikacja techniczna (SST) stosowana, jako dokument przetargowy i kontraktowy przy zlecaniu i realizacji robót wymienionych w pkt. 1.1 i 1.3.

1.3. Zakres robót objętych SST

Ustalenia zawarte w niniejszej specyfikacji dotyczą zasad prowadzenia robót związanych z wykonaniem i odbiorem warstwy podbudowy z mieszanki MCE dla kategorii ruchu KR4 dla konstrukcji drogi wojewódzkiej nr 686. W zakres robót wchodzi wykonanie:

- podbudowy z mieszanki MCE grubości 16 cm

Niniejsza ST dotyczy wykonania podbudowy jw. metodą przetworzenia materiału istniejącej nawierzchni w wytwórni stacjonarnej.

UWAGA:

Z uwagi na rozwój technologii i procedury projektowania mieszanki MCE dopuszcza się stosowanie nowych wytycznych opracowanie GDDKiA „Instrukcja projektowania i wbudowywania mieszanek Mineralno-cementowo-emulsyjnych (MCE)”, opracowanie Politechniki Gdańskiej, KID z grudnia 2013 roku.

1.4. Określenia podstawowe

1.4.1. Destrukt - materiał ziarnisty uzyskany w wyniku frezowania na zimno warstw nawierzchni.

1.4.2. Recykling nawierzchni na zimno - powtórne użycie materiału odzyskanego z nawierzchni poprzez wymieszanie go na zimno ze środkami wiążącymi i ewentualnym materiałem doziarniającym oraz wbudowanie tak uzyskanej mieszanki.

1.4.3. Mieszanka mineralno-cementowo-emulsyjna (MCE) - kruszywo mineralne lub destrukt, lub mieszanka tych składników o dobranym, ciągłym uziarnieniu, z odpowiednią ilością cementu i kationowej emulsji asfaltowej wolnorozpadowej, wykonana na zimno w warunkach optymalnej wilgotności.

1.4.4. Emulsja asfaltowa kationowa - asfalt drogowy w postaci zawiesiny rozproszonego asfaltu w wodzie

1.4.5. Emulsja asfaltowa kationowa wolnorozpadowa - emulsja o tak zwolnionym czasie rozpadu, że możliwe jest równomierne otoczenie wytrąconym z niej asfaltem wszystkich ziaren mieszanki mineralnej o ciągłym uziarnieniu, ułożenie i zagęszczenie tej mieszanki.

1.4.6. Pozostałe określenia są zgodne z obowiązującymi polskimi normami i z definicjami podanymi w specyfikacji D-M-00.00.00. "Wymagania ogólne" pkt. 1.4.

1.5. Ogólne wymagania dotyczące robót.

Wykonawca robót jest odpowiedzialny za jakość wykonywanych robót oraz za ich zgodność z dokumentacją projektową, ST oraz poleceniami Inżyniera. Ogólne wymagania dotyczące robót podano w ST D-M-00.00.00. "Wymagania ogólne" 1.5.

2. MATERIAŁY

2.1 Ogólne wymagania dotyczące materiałów

Ogólne wymagania dotyczące materiałów podano w ST D-M-00.00.00. "Wymagania ogólne" pkt.2.

2.2 Źródła materiałów

Źródła materiałów powinny być wybrane przez Wykonawcę z wyprzedzeniem, nie później niż 14 dni przed rozpoczęciem robót. Wykonawca powinien dostarczyć Inżynierowi wyniki badań laboratoryjnych wraz z opracowanymi projektami receptur i reprezentatywnymi próbkami materiałów.

Materiały z zaproponowanego przez Wykonawcę źródła będą zaakceptowane przez Inżyniera na podstawie przeprowadzonych kontrolnych badań zgodności cech materiałów z postawionymi wymaganiami.

Pomimo akceptacji źródła pochodzenia materiałów, partie lub dostawy materiałów nie spełniające wymagań będą przez Inżyniera odrzucone.

2.3. Materiały z istniejącej nawierzchni.

2.3.1 Destrukt

W procesie frezowania warstw bitumicznych istniejącej nawierzchni uzyska się destrukt, który następnie zostanie wykorzystany do wytworzenia mieszanki MCE.

Destrukt powinien być rozdrobniony do uziarnienia 0-31,5 mm. Dopuszcza się nadziarno do 63 mm w ilości nie przekraczającej 10 % masy destruktu. Nie dopuszcza się zawartości okruszków lub ziaren o średnicy powyżej 63 mm.

2.3.2 Składowanie destruktu

Destrukt należy składować w warunkach zabezpieczających go przed zanieczyszczeniem i zmieszaniem z innymi materiałami oraz zbrylaniem się na hałdzie. Wysokość hałdy nie powinna przekraczać 2 m, nie można dopuszczać ruchu pojazdów i maszyn po destrukcie, do przemieszczania destruktu powinny być stosowane ładowarki [nie należy stosować spycharek].

2.4. Kruszywo

Można stosować kruszywo spełniające wymagania zawarte w PN-EN 13242, z wyjątkiem tłuczni od 31,5 do 63mm i niesortu od 0 do 63mm.

2.5. Cement

2.5.1. Wymagania dla cementu

Należy stosować cement portlandzki klasy 32,5 wg PN-B-19701. Wymagania dla cementu zestawiono w tablicy 1. Badania cementu należy wykonać zgodnie z PN-B-04300.

Tablica 1. Właściwości mechaniczne i fizyczne cementu wg PN-B-19701:1997 [7]

Lp.	Właściwości	Klasa 32,5	Klasa 42,5
1	Wytrzymałość na ściskanie (MPa), po 2 dniach, nie mniej niż:	-	10
2	Wytrzymałość na ściskanie (MPa), po 7 dniach, nie mniej niż:	16	-
3	Wytrzymałość na ściskanie (MPa), po 28 dniach, nie mniej niż:	32,5	42,5
4	Czas wiązania: - początek wiązania, najwcześniej po upływie, min - koniec wiązania, najpóźniej po upływie, h	60 12	60 12
5	Stałość objętości, mm, nie więcej niż:	10	10

Badania cementu należy wykonać zgodnie z PN-B-04300:1988 [1].

2.5.2. Dostawy cementu

Pochodzenie cementu i jego cechy jakościowe muszą być zaaprobowane przez nadzór. Wykonawca musi wcześniej zaproponować Inwestorowi źródło dostaw cementu wraz z wynikami badań jakościowych. Wielkość i częstotliwość dostaw powinna zapewniać utrzymanie ciągłości robót.

Wykonawca jest zobowiązany do prowadzenia ilościowego i jakościowego odbioru dostaw oraz wykonania laboratoryjnych badań kontrolnych z ustaloną uprzednio częstotliwością. Wyniki tych badań powinny być przekazywane, w określonym trybie Inżynierowi. W umowie z dostawcą (producentem) oraz w PZJ należy jednoznacznie określić sposób postępowania w przypadku dostawy materiału niezgodnego z wymaganiami.

2.5.3. Składowanie cementu

Składowanie cementu musi odbywać się w sposób chroniący go przed zawilgoceniem, zbryleniem i zanieczyszczeniem. Zaleca się jego przechowywanie w silosach stalowych. Czas składowania cementu nie powinien przekraczać 3 miesięcy. W przypadku dłuższego składowania może on być u żyty do wykonania robót objętych niniejszą ST jeśli wykonane dodatkowo badania laboratoryjne wykażą jego przydatność.

2.6. Woda

Woda do mieszanki MCE powinna być czysta bez zawartości szkodliwych dodatków, odpowiadająca wymaganiom normy PN-88/B-32250. Wodę wodociągową pitną można stosować bez badań laboratoryjnych.

2.7. Emulsja asfaltowa

Do wykonywania podbudowy z mieszanki MCE należy stosować kationową emulsję asfaltową wolnorozpadową o właściwościach podanych w tabeli 2

Tabela 2. Właściwości emulsji asfaltowej wolnorozpadowej wg WT- MCE-/99

Lp.	Właściwości	Wymagania
1	Zawartość asfaltu, %	60 ± 2
2	Lepkość, °E	5 ± 1
3	Czas rozpadu na piasku kwarcowym Sikaisol, g/100g emulsji , więcej niż:	170
4	Pozostałość na sitku 0,63 mm , % , mniej niż:	0,1
5	Przyczepność do bazaltu , % ,	80
6	Trwałość podczas magazynowania , pozostałość na sitku 0,63 mm po 4 tygodniach , % , mniej niż:	0,5
7	Temperatura mięknięcia wytrąconego asfaltu , °C	od 35 do 55
8	Wygląd	jednorodny
9	Barwa	ciemnobrązowa

Badania emulsji należy wykonywać zgodnie z WT EmA-99 [18].

Można stosować również emulsję asfaltową kationową nadstabilną K4 wg WT EmA-99.

3. SPRZĘT

3.1. Wymagania ogólne

Sprzęt budowlany powinien odpowiadać pod względem typów i ilości wymaganiom zawartym w niniejszej ST oraz projekcie organizacji robót zaakceptowanych przez Inżyniera. Cały sprzęt budowlany, maszyny i urządzenia powinny być w dobrym stanie technicznym, zapewniającym uzyskanie odpowiedniej jakości robót. Ogólne wymagania dotyczące sprzętu podano w ST D-M-00.00.00. "Wymagania ogólne" pkt. 3

3.2. Wymagania szczegółowe dla sprzętu do recyklingu na zimno

3.2.1 Sprzęt do recyklingu w wytwórni stacjonarnej

Do wykonania robót należy stosować:

- mieszarkę stacjonarną do wytwarzania mieszanki MCE, wyposażoną w urządzenia dozujące kruszywo i destruk, wodę, cement i emulsję o pracy cyklicznej lub ciągłej. Mieszarka powinna zapewniać dozowanie materiałów z dokładnością podaną poniżej oraz jednorodne wymieszanie składników. Dokładność dozowania składników (w stosunku do masy składnika) nie powinna być mniejsza niż:
 - kruszywo, destruk - ± 5 %
 - cement - ± 2 %
 - woda, emulsja - ± 2 %
- układarki do rozkładania mieszanki i wstępnego zagęszczenia i wyprofilowania warstwy. Sterowanie rozkładarki powinno zapewniać ułożenie warstwy podbudowy zgodnie z założoną niweletą i grubością.
- inne urządzenia zaakceptowane przez Inżyniera.

3.3. Sprzęt do zagęszczania warstwy podbudowy z mieszanki MCE

Do zagęszczania warstwy podbudowy z mieszanki MCE należy stosować następujące rodzaje sprzętu:

- walce wibracyjne ciężkie do zagęszczania zasadniczego, stalowe lub kombinowane,
- walce ogumione o masie nie mniejszej niż 14 ton,
- zagęszczarki płytowe lub ubijarki mechaniczne do ew. zagęszczenia w miejscach trudno dostępnych. Wydajność zespołu walców powinna zapewniać niezakłócony przebieg procesu wykonawstwa robót.

4. TRANSPORT

4.1. Ogólne wymagania dotyczące transportu

Ogólne wymagania dotyczące transportu materiałów podano w ST D-M-00.00.00. "Wymagania ogólne" pkt.4

4.2. Transport destruktu

Transport destruktu powinien odbywać się w warunkach zabezpieczających go przed zanieczyszczeniem i zmieszaniem z innymi materiałami.

4.3. Transport kruszywa doziarniającego

Transport kruszywa doziarniającego powinien odbywać się w warunkach zabezpieczających je przed zanieczyszczeniem i zmieszaniem z innymi asortymentami kruszywa lub jego frakcjami.

4.4. Transport cementu

Transport cementu musi odbywać się w sposób chroniący go przed zawilgoceniem, zbryleniem i zanieczyszczeniem. Zaleca się transport cementu luzem w odpowiednich cysternach przystosowanych do przewozu materiałów sypkich zgodnie z normą BN-88/6731-08.

4.5. Transport wody

Do transportu wody należy stosować cysterny samochodowe lub ciągnikowe.

4.6. Transport emulsji

Do transportu kationowej emulsji asfaltowej, wolnorozpadowej należy używać wyłącznie cystern samochodowych. Zbiorniki cystern powinny być wyposażone w przegrody dzielące je na segmenty o pojemności około 1 m³ w celu zabezpieczenia emulsji przed rozpadem podczas transportu na skutek wstrząsów. Ponadto cysterny powinny być wyposażone w instalację do sprawnego załadunku i rozładunku, współpracującą z instalacją mieszarki.

4.7. Transport mieszanki MCE

Do transportu mieszanki wytworzonej w mieszarce stacjonarnej należy używać samochodów samowyładowczych. Transport mieszanki MCE powinien odbywać się w warunkach uniemożliwiających zanieczyszczenie, rozsegregowanie i wysuszenie (pod przykryciem). Czas potrzebny na transport mieszanki MCE i jej wbudowanie nie powinien przekraczać 45 minut.

5. WYKONANIE ROBÓT

5.1. Ogólne zasady wykonania robót

Ogólne zasady wykonania robót podano w ST D-M-00.00.00. "Wymagania ogólne" pkt 5.

5.2. Przygotowanie podłoża

Podłoże pod warstwę podbudowy z MCE w konstrukcji wzmocnienia stanowi istniejąca nawierzchnia asfaltowa po frezowaniu i ewentualnym wyprofilowaniu destruktem pozyskanym wg ST D-05.03.11. „Frezowanie nawierzchni asfaltowych na zimno”. Podłoże pod warstwę podbudowy z MCE w konstrukcji poszerzenia stanowi warstwa z kruszywa stabilizowanego mechanicznie lub grunt stabilizowany cementem (podłoże doprowadzone do grupy nośności G1). Podłoże powinno być równe i czyste. Wszelkie wady podłoża należy usunąć w sposób uzgodniony z Inżynierem.

5.3. Składniki mieszanki MCE

Na mieszankę MCE powinien składać się:

- destruk mineralno-bitumiczny z istniejących warstw asfaltowych nawierzchni
- kruszywo mineralne o uziarnieniu do 31,5 mm, łamane lub żwir kruszony, jako doziarnienie mieszanki MCE
- cement portlandzki klasy 32,5
- kationowa emulsja asfaltowa wolnorozpadowa

Zawartość poszczególnych składników w mieszance MCE należy określić w receptie laboratoryjnej, opracowanej przez Wykonawcę wg zasad podanych w pkt. 5.6. i dostosowanej do specyfiki sprzętu przewidzianego do wykonania robót.

Recepta powinna uwzględniać w szczególności:

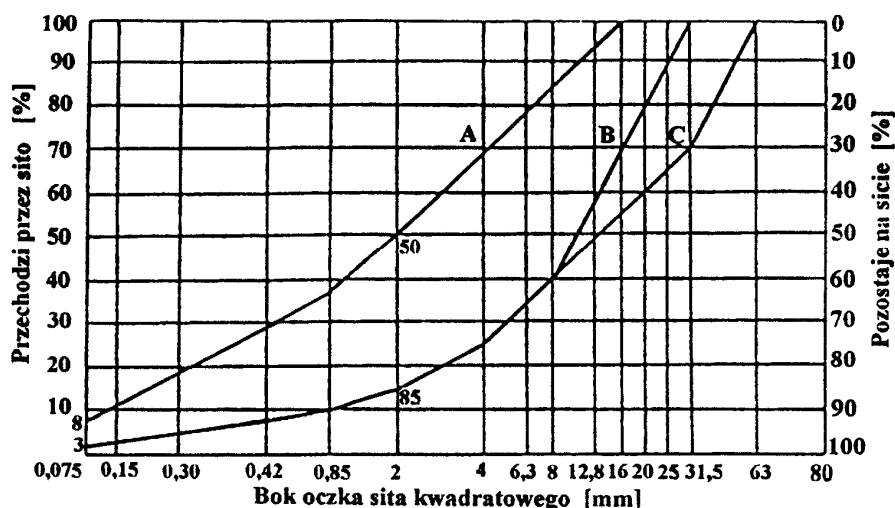
1. Rozpoznanie ilościowe i jakościowe istniejącej konstrukcji nawierzchni, wykonane na podstawie otworów badawczych zlokalizowanych z odpowiednią częstotliwością, gwarantującą miarodajną ocenę.
2. Wymagania jakościowe mieszanki MCE i podbudowy zawarte w niniejszej ST.
3. Głębokość recyklingu i projektowaną grubość oraz niweletę podbudowy,
4. Cechy jakościowe kruszywa doziarniającego mieszankę MCE.

Rozpoznanie istniejących warstw bitumicznych powinno być wykonane na próbkach wywierconych z nawierzchni w ilości zależnej od jednorodności nawierzchni. Dla każdej pobranej próbki należy określić:

- grubość i rodzaj warstw konstrukcyjnych starej nawierzchni,
- materiał tworzący poszczególne warstwy,
 - zawartość starego lepiszcza bitumicznego w warstwach bitumicznych. Liczba pobranych próbek z danego miejsca powinna być wystarczająca do sporządzenia z nich próbki analitycznej w związku z ustaleniem recepty i określenia cech fizycznych zaprojektowanej mieszanki MCE.

5.4. Projektowanie mieszanki MCE

W zależności od kategorii ruchu, krzywa uziarnienia mieszanki MCE powinna mieścić się w polu dobrego uziarnienia wyznaczonego przez krzywe graniczne przedstawione na rysunku 1. Orientacyjna zawartość emulsji asfaltowej w mieszance wynosi od 3,0 do 5,5 %.



Rys. 1. Graniczne uziarnienie mieszanki mineralno-cementowo-emulsyjnej do podbudowy dróg o kategorii ruchu od KR3 do KR6

A-B - obszar uziarnienia standardowego, A-C - dopuszczalny obszar uziarnienia w przypadku recyklowania istniejącej nawierzchni z warstwą tłuczniewą

Zawartość asfaltu, łącznie z asfaltem wytrąconym z emulsji dla dróg wszystkich kategorii ruchu powinna być nie większa niż :

- w mieszance od 0 do 31,5mm – 6,0 % m/m,
- w mieszance od 0 do 63,0mm – 5,5 % m/m.

Orientacyjna zawartość cementu w mieszance wynosi od 1,5 do 4,0 %, w przypadku stosowania destruktu asfaltowego i do 7% w przypadku stosowania destruktu smołowego.

Zawartość wody w mieszance powinna odpowiadać wilgotności optymalnej, określonej według próby Proctora (metoda zwykła lub zmodyfikowana), zgodnie z PN-B-04481:1988.

Skład mieszanki MCE powinien być ustalony na podstawie badań próbek wykonanych w formach typu Marshalla. Próbkę należy zagęszczać i pielęgnować wg WT MCE. Próbkę powinny spełniać wymagania podane w tablicy 3, lp. od 1 do 3.

Wykonana warstwa podbudowy z mieszanki MCE powinna spełniać wymagania podane w tablicy 3, lp. od 4 do 6.

Tablica 3. Wymagania wobec mieszanek MCE i podbudowy z mieszanek MCE

Lp.	Właściwości	Kategoria ruchu od KR3 do KR6
1	Stabilność wg Marshalla w temp. 60° C, próbek zagęszczonych i pielęgnowanych wg metody I lub II ^{*)} , kN	od 8,0 do 20,0
2	Odkształcenie wg Marshalla w temp. 60° C, próbek zagęszczonych i pielęgnowanych wg metody I lub II ^{*)} , mm	od 1,0 do 3,5
3	Wolna przestrzeń w próbkach Marshalla zagęszczonych i pielęgnowanych wg: ^{*)} metody I, % v/v metody II, % v/v	od 9,0 do 16,0 od 5,0 do 12,0
4	Grubość warstwy podbudowy wykonanej jednorazowo, nie mniej niż, cm, z mieszanek o uziarnieniu : od 0 do 12,8 mm, od 0 do 16 mm od 0 do 20 mm, od 0 do 25 mm, od 0 do 31,5 mm od 0 do 63 mm	- 10,0 15,0
5	Wskaźnik zagęszczenia warstwy, %	≥ 98
6	Wolna przestrzeń w warstwie, % v/v	od 7,0 do 18,0
*) metody wg WT-MCE/99, [17]		

5.5. Recepta laboratoryjna dla recyklingu na zimno

Wykonawca powinien opracować recepturę według wymagań niniejszej ST i dostarczyć ją do akceptacji Inżynierowi, wraz z próbkami wszystkich użytych materiałów, w terminie 3 tygodni przed rozpoczęciem robót.

Roboty mogą być rozpoczęte po zaakceptowaniu recepty przez Inżyniera.

Recepta dla podbudowy z mieszanki MCE wykonanej metodą recyklingu na zimno powinna zawierać:

1. ilości oraz właściwości destruktu (uziarnienie, zawartość asfaltu) wchodzącego w skład mieszanki,
2. ilość oraz właściwości kruszywa doziarniającego,
3. rodzaj i ilość dodatków wiążących - cementu, emulsji asfaltowej oraz wody,
4. właściwości dodatków wiążących,
5. właściwości zaprojektowanej mieszanki MCE wg tablicy nr 4 niniejszej specyfikacji

Skład mieszanki powinien być ustalony na podstawie próbek wg metody Marshalla. Próbki powinny spełniać wymagania podane w tablicy 4.

Receptę należy sprawdzić na odcinku próbnym.

5.6. Odcinek próbny

Wykonawca wykona odcinek próbny o długości min. 100 m w celu sprawdzenia sprzętu technologii recyklingu w obecności Inżyniera.

Wykonawca może rozpocząć realizację zasadniczego zakresu robót po zaakceptowaniu przez Inżyniera efektów uzyskanych na odcinku próbnym.

Do próby Wykonawca użyje takich samych materiałów oraz sprzętu, jakie będą stosowane podczas wykonywania robót.

5.7. Warunki przystąpienia do robót

Recykling na zimno z zastosowaniem emulsji asfaltowej oraz cementu może być wykonywany w okresie, w którym temperatura otoczenia w ciągu doby nie spada poniżej + 5 ° C. Nie dopuszcza się układania podbudowy w czasie deszczu.

5.8. Wykonanie podbudowy z mieszanki MCE

Podbudowa z mieszanki mineralno-cementowo-emulsyjnej będzie wykonana przy użyciu mieszarki stacjonarnej.

5.8.1. Recykling w mieszarce stacjonarnej

Wykonanie podbudowy przy użyciu mieszarki stacjonarnej składa się z następujących procesów technologicznych:

1. wytworzenie w mieszarce mieszanki MCE. Proces ten powinien obejmować następujące czynności:

- dozowanie do mieszalnika destruktu bitumicznego i kruszywa doziarniającego w proporcjach ustalonych w receptce laboratoryjnej i z dokładnością określoną w pkt 3.2.2,
- dodanie wody i materiałów wiążących w postaci cementu i emulsji asfaltowej w ilościach przewidzianych w receptce i z dokładnością określoną w pkt 3.2.2,
- mieszanie składników.

2. dowieszenie mieszanki na miejsce wbudowania

3. rozłożenie mieszanki, wyprofilowanie i wstępne zagęszczenie

4. ostateczne zagęszczenie ułożonej warstwy, przy czym okres od czasu zadobowania wody i materiałów wiążących do czasu zakończenia zagęszczenia mieszanki nie powinien przekraczać 2 godz.

5. pielęgnacja podbudowy

5.9.2 Zagęszczenie warstwy

Należy zastosować się do następujących zasad zagęszczania:

- liczbę przejazdów walca należy ustalić na odcinku próbnym
- prędkość poruszania się walca nie powinna przekraczać 3 km/h
- parametry wibracji walca powinno się dobrać w zależności od masy walca, wilgotności i podatności mieszanki na zagęszczenie
- należy unikać skrapiania wodą wałów i kółwalców

Wilgotność mieszanki MCE podczas zagęszczania powinna odpowiadać wilgotności optymalnej określonej wg próby Proctora, zgodnie z PN-B-04481.

Jeżeli podczas zagęszczania występują obfite opady deszczu lub pęknięcia albo przesuwania mieszanki, zagęszczenie należy przerwać. Zagęszczanie można rozpocząć, gdy mieszanka zwiększy swoją kohezję w wyniku częściowego odparowania wody.

5.9.3 Pielęgnacja wykonanej warstwy

Podbudowa nie wymaga pielęgnacji, gdy temperatura przy słonecznej pogodzie nie przekracza 28°C. Jeżeli ten warunek nie jest spełniony, to po dwóch dniach od wykonania podbudowy, należy ją skrapiać wodą przez 7 dni.

Na wykonanej podbudowie dopuszcza się tylko ruch pojazdów roboczych z prędkością ograniczoną do 30 km/h, z zakazem wykonywania gwałtownych manewrów.

Na wykonanej podbudowie po upływie 7 dni może być układana następna warstwa wg technologii na gorąco.

Przed ułożeniem podbudowy asfaltowej należy podbudowę z mieszanki MCE skropić emulsją asfaltową szybkorozpadową K1-50.

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 ST D-M-00.00.00. "Wymagania ogólne" pkt 6. Wykonawca zobowiązany jest do wykonywania pełnego zakresu badań na budowie.

Laboratorium Wykonawcy musi być wyposażone w niezbędną aparaturę umożliwiającą przeprowadzenie badań kontrolnych przewidzianych w niniejszej ST. Wykonawca po przeprowadzonych badaniach przedstawia na odpowiednim formularzu wyniki do akceptacji przez Inżyniera. Dokument ten jest podstawą do oceny robót.

6.2. Zakres i częstotliwość badań i pomiarów

Badania kontrolne i pomiary Wykonawca powinien prowadzić w zakresie i z częstotliwością gwarantującą zachowanie wymaganych jakości robót lecz nie rzadziej niż wskazane w tablicach 4 i 5.

Tablica 4. Częstotliwość oraz zakres badań i pomiarów w czasie wykonywania podbudowy z mieszanki MCE

Lp.	Wyszczególnienie badań	Minimalna liczba badań i pomiarów
1	Uziarnienie mieszanki kruszyw i destruktu	1 raz na 1500 m ² lecz nie rzadziej niż raz dziennie
2	Wilgotność mieszanki	jw.
3	Ilość cementu w mieszance	jw.
4	Ilość emulsji w mieszance	jw.
5	Zawartość asfaltu w destrukcie	jw.
6	Całkowita zawartość asfaltu w mieszance	jw.
7	Stabilność, odkształcenie i wolna przestrzeń	jw.
8	Zagęszczenie podbudowy	jw.
9	Właściwości cementu	dla każdej dostawy
10	Właściwości emulsji	dla każdej dostawy
11	Właściwości wody	dla wątpliwego źródła

6.3. Badanie mieszanki oraz warstwy podbudowy

6.3.1. Uziarnienie mieszanki kruszywa i destruktu

Analizę sitową należy wykonać na mokro według PN-C-04501. Krzywa uziarnienia powinna być zgodna z zaprojektowaną w receptce.

6.3.2 Wilgotność mieszanki

Wilgotność mieszanki należy określać według PN-B-06714-17. Wilgotność mieszanki powinna odpowiadać wilgotności optymalnej.

6.3.3. Zawartość asfaltu w destrukcie

Zawartość asfaltu w destrukcie określa się na podstawie ekstrakcji wykonanej według PN-S-04001.

6.3.4 Całkowita zawartość asfaltu w mieszance

Zawartość asfaltu w mieszance określa się na podstawie ekstrakcji wykonanej według PN-S-04001.

6.3.5. Stabilność i odkształcenie mieszanki MCE

Stabilność i odkształcenie mieszanki MCE należy określić wg metody Marshalla zgodnie z BN-70/88931-09, stosując następujące warunki szczególne przy sporządzaniu próbek:

- mieszankę przesiać przez sito o wymiarze oczka kwadratowego 25 mm. Ziarna powyżej 25 mm odrzucić, a brakującą naważkę uzupełnić frakcją 16/25,
- próbki zagęszczać w perforowanych formach Marshalla na zimno ubijakiem typu Marshalla 2x75 uderzeń (metoda I), lub prasę hydrauliczną pod statycznym obciążeniem 100 kN utrzymywanym w czasie 5 minut (metoda II),
- próbki wyciskać z formy bezpośrednio po zagęszczeniu i przechowywać w temperaturze pokojowej $20 \pm 5^{\circ}\text{C}$ przez okres 7 dni przy zagęszczaniu metodą II i 28 dni przy zagęszczaniu metodą I.

Dla tak przygotowanych próbek oznaczać stabilność i odkształcenie w temperaturze $+60^{\circ}\text{C}$ zgodnie z warunkami podanymi w normie BN-70/88931-09.

Stabilność i odkształcenie próbek powinna spełniać wymagania podane w tabeli 3.

6.3.6. Zagęszczenie warstwy podbudowy

Określenie zagęszczenia mieszanki MCE w warstwie podbudowy należy wykonywać jedną z niżej podanych metod.

1. Wyznaczenie stosunku modułu odkształcenia wtórnego do pierwotnego oznaczonych metodą VSS, płytą o średnicy 30 cm. Podbudowa jest zagęszczona prawidłowo jeżeli będą spełnione dwa warunki:

$$E_2 / E_1 \leq 2,2 \quad \text{gdzie:}$$

E_1 - moduł odkształcenia w pierwszym obciążeniu, MPa,

E_2 - moduł odkształcenia w drugim obciążeniu, MPa, przy czym $E_2 \geq 180$ MPa"

2. Wyznaczenie wskaźnika zagęszczenia jako procentowego stosunku gęstości pozornej (strukturalnej) próbki wyciętej z podbudowy po min 7 dniach twardnienia do gęstości pozornej (strukturalnej) próbki wykonanej z mieszanki MCE pobranej na budowie i zagęszczonej laboratoryjnie.

Gęstość pozorna (strukturalna) oznacza się wg załącznika nr 2 Zeszytu nr 61 IBDiM Warszawa 1999.

Wymagany wskaźnik zagęszczenia podbudowy podano w tabeli 3.

6.3.7. Oznaczenie zawartości wolnych przestrzeni w mieszance MCE

Wolną przestrzeń w mieszance MCE należy określać wg Zeszytu nr 61 IBDiM Warszawa 1999, p 5.7.6. Wymagania podano w tabeli 3.

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

6.4.1. Częstotliwość oraz zakres badań i pomiarów

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
2	Równość podłużna	planografem albo co 10 m łątą
3	Równość poprzeczna	nie rzadziej niż co 5 m
4	Spadki poprzeczne	10 razy na km
5	Rzędne wysokościowe	co 100 m
6	Ukształtowanie osi w planie ^{*)}	co 100 m
7	Grubość	w 3-ech punktach, lecz nie rzadziej niż raz na 2000 m ²

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

6.4.2. Nośność podbudowy

Do określenia nośności podbudowy z mieszanki MCE należy stosować metodą VSS wg BN-64/8931-02, poprzez pomiar pierwotnego i wtórnego modułu odkształcenia warstwy podbudowy w dniu jej wykonania. Stosuje się obciążenie płytą średnicy 30 cm, w zakresie od 0,15 do 0,25 MPa, przy obciążeniu końcowym doprowadzonym do 0,45 MPa. Wymagania podano poniżej:

Nośność warstwy podbudowy:	MN/m ²
Wtórny moduł odkształcenia E_2	≥ 180
Dynamiczny moduł odkształcenia E_{vd}	≥ 80

6.4.3. Równość wykonanej warstwy podbudowy

Pomiar nierówności w kierunku podłużnym dokonuje się 4-metrową łatą lub planografem wg BN-68/8931 - 04. Pomiar nierówności w kierunku poprzecznym wykonuje się 4-metrową łatą. Nierówności nie powinny przekraczać 12 mm.

6.4.4. Spadki poprzeczne podbudowy

Spadki poprzeczne należy mierzyć za pomocą łaty 4 - metrowej i poziomicy z częstotliwością co 100 m. Spadki poprzeczne powinny być zgodne z dokumentacją projektową z tolerancją $\pm 0,5\%$.

6.4.5. Pomiar szerokości warstwy

Sprawdzenie szerokości warstwy wykonuje się przez pomiar bezpośredni taśmą mierniczą, co 100 m oraz w punktach charakterystycznych łuków, prostopadle do osi drogi. Szerokość wykonanej warstwy nie powinna się różnić więcej niż 5 cm od projektowanej.

6.4.6. Ukształtowanie osi w planie

Oś podbudowy w planie nie może być przesunięta w stosunku do osi projektowanej o więcej niż ± 5 cm.

6.4.7. Pomiar grubości warstwy

Grubość warstwy mierzy w odstępach co 100 m. Grubość podbudowy powinna być zgodna z grubością projektowaną, z tolerancją $\pm 10\%$.

7. OBMIAR ROBÓT

7.1. Ogólne zasady obmiaru robót

Ogólne zasady obmiaru robót podano w ST D-M-00.00.00 „Wymagania ogólne” pkt7.

7.2. Jednostka obmiarowa

Jednostką obmiarową jest m^2 (metr kwadratowy) wykonanej podbudowy z mieszanki MCE o grubości 16 cm zgodnie z Dokumentacją Projektową..

8. ODBIÓR ROBÓT

Ogólne zasady odbioru robót podano w OST D-M-00.00.00 „Wymagania ogólne” pkt. 8.

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

9. PODSTAWA PŁATNOŚCI

9.1. Ogólne ustalenia dotyczące podstawy płatności

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

Cena jednostki obmiarowej

Cena wykonania 1 m^2 podbudowy z mieszanki MCE (recykling w mieszarce stacjonarnej) obejmuje:

- prace pomiarowe,
- prace przygotowawcze,
- oznakowanie robót,
- dostarczenie materiałów,
- wytworzenie mieszanki MCE i dowiezienie jej na miejsce wbudowania,
- rozłożenie mieszanki,
- zagęszczenie mieszanki,
- ewentualna pielęgnacja podbudowy,
- przeprowadzenie wymaganych pomiarów i badań laboratoryjnych wymaganych w specyfikacji technicznej.

10. PRZEPISY ZWIĄZANE

10.1. Normy

- | | | |
|-----|--------------------|--|
| 1. | PN-B-04300: 1988 | Cement. Metody badań. Oznaczanie cech fizycznych |
| 2. | PN-B-04481: 1988 | Grunty budowlane. Badania próbek gruntu |
| 3. | PN-B-06714-17:1977 | Kruszywa mineralne. Oznaczanie wilgotności |
| 4. | PN-EN 13242 | Kruszywa do niezwiązanych i związanych hydraulicznie materiałów stosowanych obiektach budowlanych i budownictwie drogowym. |
| 7. | PN-B-19701: 1997 | Cement. Cement powszechnego użytku. Skład, wymagania i ocena zgodności |
| 8. | PN-B-23004: 1988 | Kruszywa mineralne. Kruszywa sztuczne. Kruszywo z żużla wielkopiecowego kawałkowego |
| 9. | PN-B-32250: 1988 | Materiały budowlane. Woda do betonu i zapraw |
| 10. | PN-C-04501: 1977 | Analiza sitowa. Wytyczne wykonania |
| 11. | PN-S-04001: 1967 | Drogi samochodowe. Metody badań mas mineralno-bitumicznych i nawierzchni bitumicznych. |
| 12. | BN-88/6731-08 | Cement. Transport i przechowywanie |
| 13. | BN-64/8931-02 | Drogi samochodowe. Oznaczenie modułu odkształcenia nawierzchni podatnych i podłoża przez obciążenie płytą |
| 14. | BN-68/8931-04 | Drogi samochodowe. Pomiar równości nawierzchni planografem i łąką |
| 15. | BN-77/8931-12 | Oznaczenie wskaźnika zagęszczenia gruntu |

10.2. Inne dokumenty

16. Katalog typowych konstrukcji podatnych i półsztywnych, IBDiM, Warszawa, 1997
17. Warunki techniczne wykonania warstw podbudowy z mieszanki mineralno-cementowo-emulsyjnej (MCE). Informacje, instrukcje – zeszyt 61, IBDiM, Warszawa, 1999
18. Warunki techniczne. Drogowe kationowe emulsje asfaltowe. EmA-99. Informacje, instrukcje - zeszyt 60, IBDiM, Warszawa, 1999,
19. WT/MK-CZDP84. Wytyczne techniczne oceny jakości grysów i żwirów kruszonych z naturalnie rozdrobnionego surowca skalnego przeznaczonych do nawierzchni drogowych, CZDP, Warszawa, 1984.
20. Rozporządzenie Ministra Transportu Gospodarki Morskiej z dnia 2 marca 1999 r. w sprawie warunków technicznych, jakim powinny odpowiadać drogi publiczne i ich usytuowanie (Dz.U. Nr 43 z 1999 r., poz. 430).
21. „*Instrukcja projektowania i wbudowywania mieszanek Mineralno-cementowo-emulsyjnych (MCE)*”, GDDKiA, Politechnika Gdańska KID, Gdańsk, grudzień 2013 roku.