**GENERALNA DYREKCJA DRÓG KRAJOWYCH I AUTOSTRAD**

**ODDZIAŁ W OLSZTYNIE**

**SZCZEGÓŁOWE SPECYFIKACJE   
TECHNICZNE**

**D-04.10.01   
v01**

PODBUDOWA Z MIESZANKI MINERALNO-CEMENTOWO-EMULSYJNEJ

(dokument wzorcowy)

Olsztyn

Marzec 2025

# Wstęp

## **1.1. Nazwa zadania**

*„…” –* *(przytoczyć, uzupełnić)*

## **1.2. Przedmiot SST**

Przedmiotem niniejszej szczegółowej specyfikacji technicznej (SST) są wymagania dotyczące wykonania i odbioru robót związanych z wbudowaniem warstwy podbudowy   
z mieszanki mineralno-cementowo-emulsyjnej (mieszanka MCE).

## **1.3. Zakres stosowania SST**

## Szczegółowa specyfikacja techniczna (SST) jest stosowana jako dokument przetargowy i kontraktowy przy zleceniu i realizacji robót na drogach krajowych administrowanych przez GDDKiA Oddział w Olsztynie.

## **1.4. Informacje ogólne o terenie budowy**

Ustalenia zawarte w niniejszych Szczegółowych Specyfikacjach Technicznych (SST) dotyczą zasad prowadzenia robót związanych z wykonanie i odbiorem podbudowy   
z mieszanki mineralno- cementowo-emulsyjnej (MCE), zgodnie z zakresem określonym   
w dokumentacji projektowej.

Zakres robót obejmuje:

* projektowanie mieszanki mineralno-cementowo-emulsyjnej w oparciu o Instrukcję Projektowania i wbudowywania mieszanek mineralno-cementowo-emulsyjnych (MCE), RID Załącznik 9.4.2 Instrukcja projektowania i wbudowywania   
  mieszanek MCE,
* wykonanie podbudowy z mieszanki MCE z wykorzystaniem materiałów pochodzących z rozbiórki istniejących dróg, poprzez wymieszanie ich z materiałami doziarniającymi oraz z dodatkiem środków wiążących (cementu, emulsji asfaltowej) w technologii recyklingu na zimno,
* ocenę wyników badań wykonanej mieszanki,
* ocenę wyników badań wykonanej warstwy.

## **1.5. Określenia podstawowe**

**Mieszanka mineralno-cementowo-emulsyjna (mieszanka MCE)** - 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 naturalne -** kruszywo pochodzenia mineralnego, które poza obróbką mechaniczną nie zostało poddane żadnej innej obróbce.

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

**Kruszywo z recyklingu -** kruszywo powstałe w wyniku przeróbki nieorganicznego materiału zastosowanego uprzednio w budownictwie.

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

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

**Kruszywo drobne (wg PN-EN 13242) -** kruszywo o wymiarach ziaren dolnego (d) równym 0 oraz górnego (D) równym 6,3 mm lub mniejszym.

**Kruszywo grube (wg PN-EN 13242) -** kruszywo o wymiarach ziaren dolnego (d) równym lub większym niż 1 mm oraz górnego (D) większym 2 mm.

**Kruszywo o ciągłym uziarnieniu (wg PN-EN 13242) -** kruszywo stanowiące mieszankę kruszyw grubych i drobnych, w której górne (D) jest większe niż 6,3 mm. Może być ono wytwarzane bez rozdzielania na grube i drobne frakcje lub przez połączenie kruszywa grubego i drobnego.

**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 mieszana i zagęszczania mieszanki MCE, która poprzez rodzaj zastosowanych materiałów wiążących zawierających asfalt lub/i 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.

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

## **1.6. Zakres stosowania mieszanki MCE**

Mieszanki mineralno-cementowo-emulsyjne opracowane według niniejszych SST można stosować bez ograniczeń w przypadku budowy, przebudowy, rozbudowy i remontu dróg obciążonych ruchem kategorii KR 1÷4.

W konstrukcjach nawierzchni dla kategorii ruchu KR 5÷7 dopuszcza się wykonanie mieszanki MCE wytworzonej w technologii recyklingu „na zimno”, w wytwórni stacjonarnej na zasadach projektowania indywidualnego. W takim przypadku mieszanka MCE o kategorii ruchu KR 5÷7 powinna posiadać parametry wymagane dla mieszanki MCE przeznaczonej dla kategorii ruchu KR 3÷4.

## **1.7. Ogólne wymagania dotyczące robót**

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

# 2. Materiały

## **2.1. Ogólne wymagania dotyczące materiałów**

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

Składowanie materiałów wsadowych do MCE (destruktu, kruszyw) na wytwórni musi odbywać się na utwardzonym i odwodnionym podłożu, w sposób uniemożliwiający zanieczyszczenie oraz zmieszanie z innymi rodzajami materiałów składowanych w pobliżu. Niezbędna jest skuteczna separacja materiałów wsadowych (zasieki) oraz zalecane jest przykrycie składowiska materiałem ograniczającym przemieszczanie pyłów przez wiatr oraz nadmiernym zawilgoceniem.

## **2.2. Destrukt**

Do wykonania podbudowy z MCE 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 destruktu przedstawia [tabela 1](#_bookmark10):

Tabela 1 Właściwości destruktu do podbudowy z mieszanki MCE

|  |  |  |
| --- | --- | --- |
| Lp. | Właściwość | Wymaganie |
| 1 | Zanieczyszczenia organiczne, ocena wizualna | Brak zanieczyszczeń |
| 2 | Zanieczyszczenia obce wg PN-EN 933-11 | Ʃ (Rb, Rg) ≤ 1% m/m\* |
| 3 | Określenie rodzaju lepiszcza w destrukcie | Smoła/asfalt\*\* |
| \* Rb - gliniane akcesoria murarskie (cegły, płytki), krzemionkowe akcesoria murarskie, napowietrzone niepływające betony, Rg - szkło  \*\* Oznaczenie rodzaju lepiszcza należy przeprowadzić przy wykorzystaniu specjalistycznego preparatu do wykrywania wielopierścieniowych węglowodorów aromatycznych w formie sprayu oraz lampy ultrafioletowej (procedura opisana w pkt 4 załącznika nr 9.4.3 RID 06). | | |

## 

## **2.3. Kruszywo doziarniające**

Kruszywo doziarniające do mieszanki mineralno-cementowo-emulsyjnej należy stosować według normy PN-EN 13242 „Kruszywa do niezwiązanych i związanych hydraulicznie materiałów stosowanych w obiektach budowlanych i budownictwie drogowym”. Producent kruszywa powinien posiadać certyfikowany system Zakładowej Kontroli Produkcji (2+). Dopuszczone jest stosowanie kruszywa drobnego, kruszywa grubego oraz kruszywa o ciągłym uziarnieniu. Wymagania dla kruszyw podano w [tabeli 2](#_bookmark12).

Tabela 2 Wymagania dla kruszywa doziarniającego wg PN-EN 13242

|  |  |  |  |  |
| --- | --- | --- | --- | --- |
| Lp. | Właściwości | Wymagania w zależności od kategorii ruchu | | |
| KR 1÷2 | KR 3÷4 | KR 5÷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: | *GT*C25/15 | | |
| 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 | *fdeklarowane* | * *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 | FI35  SI40 | |
| 6 | Procentowa zawartość powierzchni przekruszonej lub łamanej oraz całkowicie zaokrąglonej w kruszywie grubym, kruszywie o ciągłym  uziarnieniu wg PN-EN 933-5,  kategoria nie niższa niż: | *C*50/30 | *C*50/10 | |
| 7 | Odporność na rozdrabnianie kruszywa grubego wg PN-EN 1097-2, rozdz. 5; badana na kruszywie o wymiarze 10/14, kategoria nie wyższa niż: | *LA*50 | *LA*40 | |
| 8 | Nasiąkliwość wg PN-EN 1097-6,  rozdział 7,8 lub 9: | *WA*242\*) | | |
| 9 | Siarczany rozpuszczalne w kwasie wg PN-EN 1744-1, kategoria | *AS*NR | | |
| 10 | Gęstość ziaren wg PN-EN 1097-6,  rozdz. 7, 8 lub 9: | Deklarowana | | |
| 11 | Gęstość nasypowa wg PN-EN 1097-3: | Deklarowana | | |
| 12 | Skład chemiczny – uproszczony opis petrograficzny wg PN-EN 932-3 | Deklarowana | | |
| 13 | Grube zanieczyszczenia lekkie wg  PN-EN 1744-1 p. 14.2, kategoria nie wyższa niż: | *m*LPC0,1 | | |
| 14 | Całkowita zawartość siarki wg  PN-EN 1744-1, rozdz. 19.3, kategoria: | *S*NR | | |
| 15 | Stała objętość żużla stalowniczego według PN-EN 1744-1, rozdział 19.3, kategoria nie wyższa niż: | *V*5 | | |
| 16 | Rozpad krzemianowy w żużlu wielkopiecowym kawałkowym\*\*\*) wg PN-EN 1744-1, rozdział 19.1, kategoria: | Brak rozpadu | | |
| 17 | Rozpad żelazawy w żużlu wielkopiecowym kawałkowym\*\*\*) wg PN-EN 1744-1, rozdział 19.2, kategoria: | Brak rozpadu | | |
| 18 | Zgorzel słoneczna bazaltu wg PN-EN 1367-3, wg PN-EN 1097-2, kategoria: | SBLA Deklarowana | | |
| 19 | Mrozoodporność wg PN-EN 1367-1\*\*),  badana na kruszywie o wymiarze 8/16, kategoria nie wyższa niż: | Skały magmowe i przeobrażone F4,  Skały osadowe FDeklarowane, nie więcej niż 10. | | |
| \*)  w przypadku, gdy wymaganie nie jest spełnione należy sprawdzić mrozoodporność,  \*\*)  wymagane w przypadku, gdy wymaganie nasiąkliwości nie jest spełnione,  \*\*\*) wymaganie dotyczy również innych żużli metalurgicznych (rozpady żużli stalowniczych należy badać wg norm: PN-B-06714-37:1978 – rozpad krzemianowy oraz PN-B-06714-39:1978 – rozpad żelazawy) | | | | |

## **2.4. Cement**

Należy stosować cement klasy 32,5 lub 42,5, spełniający wymagania normy PN-EN 197-1 lub PN-EN 197-5 lub PN-EN 197-6.

## **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,
* brak rozpuszczalników i topników,
* emulsja powinna charakteryzować się dobrą tolerancją z cementem.

## **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 sstD-M.00.00.00. "Wymagania ogólne". Jakikolwiek sprzęt, maszyny i urządzenia nie gwarantujące zachowania wymagań jakościowych robót, zostaną przez Przedstawiciela Zamawiającego/Inspektora Nadzoru zdyskwalifikowane i niedopuszczone do robót.

## **3.2. Sprzęt stosowany do wykonania robót**

Do wytwarzania mieszanki MCE dla dróg obciążonych ruchem kategorii KR 3÷7 należy stosować wytwórnie stacjonarne, posiadające systemy automatycznego sterowania   
i kontroli dozowania poszczególnych składników mieszanki MCE.

Wytwórnie 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 KR 1÷2 można stosować:

* wytwórnie stacjonarne, posiadające systemy automatycznego sterowania i kontroli dozowania poszczególnych składników mieszanki MCE,
* recyklery,
* zestawy składające się z kilku niezależnych maszyn.

Zestawy składające się z kilku niezależnych maszyn, czyli urządzenia mobilne powinny być wyposażone w elementy:

* frezarki drogowej do frezowania na zimno, o szerokości bębna skrawającego obejmującego co najmniej połowę szerokości pasa ruchu (w uzasadnianych przypadkach, za zgodą Przedstawiciela Zamawiającego/Inspektora Nadzoru, możliwe jest zastosowanie frezarki o mniejszej szerokości bębna skrawającego),   
  do pobierania destruktu,
* do doziarniania destruktu,
* do równoczesnego dozowania środków wiążących (emulsji i cementu) oraz wody,
* do mieszania składników mieszanki przy użyciu mieszalnika o wymuszonym mieszaniu,
* do rozkładania i wbudowywania mieszanki MCE.

Frezarki powinny zapewnić zachowanie ustalonej głębokości frezowania, wymaganej równości oraz pochyleń poprzecznych i podłużnych powierzchni frezowania.

Frezowanie należy wykonać w sposób selektywny, stosując skrawanie przeciwbieżne,   
to znaczy kierunek poruszania się bębna skrawającego jest przeciwny do ruchu maszyny. Prędkość bębna powinna mieścić się w przedziale 60-100 obrotów/minutę. Zaleca się aby grubość frezowanej warstwy nie przekraczała 10 cm.

Należy zachować stałą prędkość frezarki i obrotów bębna w czasie frezowania, przyczynia się to do uzyskania bardziej jednorodnego destruktu. Nadmierna prędkość frezarki prowadzi do powstawania niejednorodnego destruktu i wyrywania większych kawałków frezowanej warstwy. Jeśli kawałki destruktu są zbyt duże należy użyć kruszarki   
lub granulatora, w celu rozdrobnienia ich na mniejsze kawałki.

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 umożliwia to zaprojektowana technologia wykonania robót.

Do rozkładania mieszanki mineralno-cementowo-emulsyjnej należy stosować rozkładarki (układarki), posiadające następujące urządzenia:

* automatyczne sterowanie pozwalające na ułożenie warstwy zgodnie z założoną niweletą i grubością,
* urządzenie do wstępnego zagęszczania mieszanki MCE.

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, na podstawie oznaczenia wskaźnika zagęszczenia warstwy po 28 dniach,   
wymagania wg tabeli 5.

# 4. Transport

## **4.1. Ogólne wymagania dotyczące transportu**

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

## **4.2. Transport materiałów składowych**

Kruszywa i destrukt 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**

Mieszankę 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 i początkiem czasu wiązania cementu. Jeżeli Wykonawca wykaże, że czas rozpadu emulsji i początek czasu wiązania cementu jest dłuższy to można wydłużyć czas transportu mieszanki MCE za zgodą Inżyniera/ Inspektora Nadzoru.

# 5. Wykonanie robót

## **5.1. Ogólne zasady wykonania robót**

Ogólne zasady wykonywania Robót podano w SST D-M.00.00.00. "Wymagania ogólne".

## **5.2. Projektowanie mieszanki MCE**

Najpóźniej 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, oraz:
* oznaczenie rodzaju lepiszcza w destrukcie (smoła, asfalt),
* oznaczenie zawartości asfaltu w destrukcie (w przypadku destruktu, który zawiera smołę, nie należy oznaczać zawartości lepiszcza),
* sprawozdania z badań materiałów wchodzących w skład zaprojektowanej mieszanki MCE,
* sprawozdania z badań właściwości mieszanki MCE zgodnie z tabelą 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 dobrego zagęszczenia i utrzymania wymaganego poziomu wolnej przestrzeni w zagęszczonej warstwie.

Materiały składowe powinny spełniać wymagania zawarte w p. 2 niniejszych SST. 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 MCE powinno mieścić się w przedziale podanym w [tabeli 3](#_bookmark26) oraz na poniższych rysunkach. Uziarnienie mieszanki mineralnej określa się bez uwzględniania cementu.

Maksymalna zawartość kruszywa doziarniającego w mieszance mineralnej powinna wynosić do 35%.

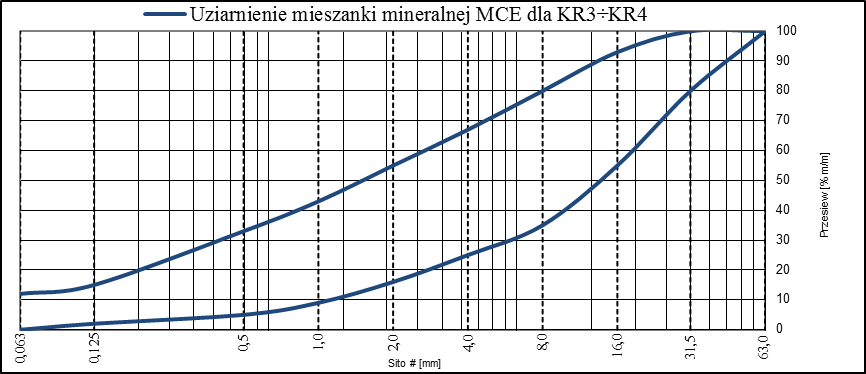
Dopuszczalne jest zaprojektowanie mieszanki mineralnej MCE bez kruszywa doziarniającego, o ile osiągnięte zostaną wymagania dotyczące cech fizycznych   
i mechanicznych. Mieszankę należy zaprojektować wg zasad opisanych w Załączniku   
nr 9.4.2 RID 06 „Instrukcja projektowania i wbudowania mieszanek mineralno-cementowo-emulsyjnych (MCE)”, pkt 7.

Tabela 3 Uziarnienie mieszanki mineralnej w mieszance MCE

|  |  |  |  |  |
| --- | --- | --- | --- | --- |
| Wymiar sita | Przesiew, [%(m/m)] | | | |
| Mieszanka MCE  KR 1÷2 | | Mieszanka MCE  KR 3÷4, KR 5÷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 |

*Rysunek 1 Graniczne uziarnienie mieszanki mineralnej w MCE dla kategorii ruchu 1÷2*

*Rysunek 2 Graniczne uziarnienie mieszanki mineralnej w MCE dla KR 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 3% wagowo,
* dla dróg kategorii ruchu KR 3÷4, KR 5÷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 i wymaga zgody Zamawiającego, o ile zostaną osiągnięte wymagania podane w [tabeli 4](#_bookmark27), 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÷4 | KR 5÷7 |
| 1 | Zawartość wolnych przestrzeni [%]  PN-EN 12697-8 | 8,0 ÷ 18,0 | 8,0 ÷ 15,0 | |
| 2 | Wytrzymałość na pośrednie rozciąganie *ITS*, T= +5°C, po 7 dniach, [MPa]  PN-EN 12697-23 | 0,40 ÷ 0,80 | 0,50 ÷ 1,00 | |
| 3 | Wytrzymałość na pośrednie rozciąganie *ITS* T= +5°C, po 28 dniach, [MPa]  PN-EN 12697-23 | 0,60 ÷ 1,40 | 0,70 ÷ 1,60 | |
| 4 | Moduł sztywności *IT-CY*,  T= +5°C po 7 dniach, [MPa]  PN-EN 12697-26 | 1000 ÷ 3500 | 1500 ÷ 4500 | |
| 5 | Moduł sztywności *IT-CY*,  T= +5°C po 28 dniach, [MPa]  PN-EN 12697-26 | 1500 ÷ 5000 | 2000 ÷ 7000 | |
| 6 | Odporność na działanie wody (pozostała wytrzymałość na pośrednie rozciąganie *ITS* po przechowywaniu próbek w wodzie)  T= +5°C po 28 dniach [%] | ≥ 70 | ≥ 80 | |
| Zagęszczenie próbek powinno odbywać się w ubijakach Marshalla, w perforowanych formach (co najmniej 24 otwory o średnicy 2 mm rozmieszczone równomiernie na pobocznicy formy). Należy wykonać próbki  o średnicy 101±2 mm oraz wysokości 63,5±3,5 mm. Próbki należy zagęszczać stosując 75 uderzeń  na każdą stronę próbki. Zagęszczanie należy wykonać zgodnie z procedurą opisaną w normie  PN-EN 12697-30 „Mieszanki mineralno-asfaltowe. Metody badań mieszanek mineralno-asfaltowych  na gorąco. Część 30: Przygotowanie próbek zagęszczonych przez ubijanie”. | | | | |

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.** **Pielęgnacja próbek z mieszanki MCE**

Należy wykonać 18 próbek do badań. Próbki po wykonaniu i wyjęciu z form powinny   
być odpowiednio kondycjonowane, w następujących warunkach:

1. Pierwszy dzień po zagęszczeniu próbki przechowuje się w temperaturze +20ºC ±5ºC w formach, w których były zagęszczane, z zachowaniem swobodnego przepływu powietrza. Miejsce przechowywania próbek nie powinno być narażone na bezpośrednie oddziaływanie promieniowania słonecznego. Próbki następnie rozformowuje się ręcznie przy po pomocy tłoka lub stosując prasę hydrauliczną   
   do wyciskania próbek, w taki sposób, aby nie spowodować ich uszkodzenia.
2. Od pierwszego do siódmego dnia po zagęszczeniu próbek następuje przechowywanie w warunkach suchych przy względnej wilgotności od 40%   
   do 70% i temperaturze +20ºC ±5ºC.
3. W siódmym dniu 6 próbek przeznaczonych do badania wytrzymałości   
   na pośrednie rozciąganie (*ITS*) oraz modułu sztywności (*IT-CY*) przygotowuje   
   się do przeprowadzenia badań. Uzyskane wyniki z badań po 7 dniach należy traktować jako wymagania pomocnicze.
4. Przed wykonaniem badań wytrzymałości (*ITS*) oraz modułu sztywności (*IT-CY*)   
   (7 dniowe), należy oznaczyć gęstość objętościową dla każdej próbki, a po badaniu gęstości dla całej mieszanki MCE w celu określenia zawartości wolnych przestrzeni w próbkach wykonanych z mieszanki MCE.
5. Pozostałe próbki przechowuje się w warunkach suchych przy względnej wilgotności od 40% do 70% i temperaturze +20ºC ±5ºC.
6. W czternastym dniu próbki przeznaczone do badania wytrzymałości na pośrednie rozciąganie (*ITS*) dzieli się na dwie grupy:

* jedną grupę (3 próbki) przechowuje się w warunkach suchych przy względnej wilgotności od 40% do 70% i temperaturze +20ºC ±5ºC   
  przez kolejne 14 dni (*ITS*S),
* drugą grupę (3 próbki) umieszcza się w kąpieli wodnej o temperaturze   
  +20ºC ±5ºC przy całkowitym ich przykryciu na kolejne 14 dni (*ITS*W).

1. 28 dnia próbki przechowywane w warunkach suchych jak również próbki przechowywane w warunkach sucho-mokrych przygotowuje się do badania wytrzymałości na pośrednie rozciąganie (*ITS*) oraz badania modułu sztywności (*IT-CY*).
2. Badania wytrzymałości na pośrednie rozciąganie (*ITS*) oraz badania modułu sztywności (*IT-CY*) przeprowadza się w temperaturze +5ºC. Próbki   
   przed badaniem należy co najmniej przez 4 godz. przechowywać w temperaturze badania (próbki przechowywane w kąpieli wodnej uprzednio wyjmuje się z wody), a samo badanie należy przeprowadzić w jak najkrótszym czasie po wyjęciu próbek z komory chłodniczej.

## **5.4. 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 próbnych 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 recepcie 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.

## **5.5. Warunki atmosferyczne**

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°C a +5°C spowalnia wiązanie spoiw oraz rozpad emulsji asfaltowej. W takich sytuacjach należy wydłużyć czas przewidziany na wstępne związanie warstwy. Wykonywanie warstwy podbudowy z MCE w temperaturze poniżej +5°C wymaga zgody Zamawiającego.

## **5.6. Próba technologiczna i odcinek próbny**

Wykonawca przed przystąpieniem do produkcji mieszanki MCE na żądanie Przedstawiciela Zamawiającego/Inspektora Nadzoru jest zobowiązany do przeprowadzenia próby technologicznej na zatwierdzonej wytwórni.

Na podstawie uzyskanych wyników z badań parametrów mieszanki MCE zgodnie z tabelą 4 Przedstawiciel Zamawiającego/Inspektor Nadzoru podejmuje decyzję o wykonaniu   
odcinka próbnego.

W celu potwierdzenia właściwości układanej mieszanki, w terminie i miejscu uzgodnionym  
 z Przedstawicielem Zamawiającego/Inspektorem Nadzoru, należy wykonać odcinek próbny o długości min. 100 m i powierzchni co najmniej 300 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](#_bookmark27) i warstwy podbudowy wykonanej   
  z mieszanki MCE zgodnie z [tabelą 5](#_bookmark32).

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

Na odcinku próbnym wszystkie wymagane parametry mieszanki i ułożonej warstwy MCE muszą spełniać wymagania z tabeli 4 i 5. Podstawą akceptacji odcinka próbnego   
są badania kontrolne Zamawiającego. W przypadku uzyskania jakiegokolwiek negatywnego wyniku mieszanki lub warstwy MCE, odcinek próbny ułożony jako element robót docelowych podlega rozbiórce i musi zostać powtórzony.

Dalsze prace mogą być prowadzone po zatwierdzeniu odcinka próbnego przez Przedstawiciela Zamawiającego/Inspektora Nadzoru.

## **5.7. Wykonywanie podbudowy z MCE**

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 pkt 3 niniejszych SST. 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 pkt. 4 niniejszych SST. W trakcie wbudowywania mieszanki MCE należy kontrolować   
jej urabialność.

Grubość minimalna projektowanej warstwy po zagęszczeniu nie powinna, ze względów technologicznych, być mniejsza od 10 cm, natomiast grubość maksymalna projektowanej warstwy po zagęszczeniu, ze względu na konieczność uzyskania dobrego zagęszczenia   
w  całym przekroju nie powinna przekraczać 20 cm.

Warstwę podbudowy z mieszanki MCE należy zagęszczać w następującej kolejności:

* przejście ciężkim walcem stalowym wibracyjnych 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. 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.](#_bookmark32)

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 (badanie należy przeprowadzić do 72 godzinach od wykonania warstwy):   * warunek A: * wskaźnik odkształcenia *I*O, * warunek B zamiennie: * wtórny moduł odkształcenia *E*2 [MN/m2] lub * dynamiczny moduł odkształcenia *E*vd [MN/m2] | *I*O ≤ 2,2  *E* 2 ≥ 100  *E* v d ≥ 50 | *I*O ≤ 2,2  *E* 2 ≥ 130  *E* v d ≥ 65 | *I*O ≤ 2,2  *E* 2 ≥ 150  *E* v d ≥ 70 |
| 2 | Wskaźnik zagęszczenia warstwy  po 28 dniach (odwierty Ø 150±2mm) [%] | ≥ 98,0 | | |
| 3 | Zawartość wolnych przestrzeni w warstwie [% (v/v)] | ≤ 19,0 | ≤ 16,0 | |
| 4 | Grubość warstwy [%] | 0÷10 | | |
| 5 | Szerokość warstwy [cm] | ≤ +10, ≤ -5 | | |
| 6 | Spadki poprzeczne [%] | ±0,5 | | |
| 7 | Równość podłużna i poprzeczna [mm] | 15 | 12 | |
| 8 | Rzędne wysokościowe [cm] | ±2 | ±2 | |

## **5.8. 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 krawędzi należy uszczelnić. Do uszczelniania połączeń technologicznych należy stosować materiały zgodnie z pkt. 7.6.1 WT-2 2016 – część II.

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:

* 30 cm względem złączy podłużnych do nich równoległych,
* 300 cm względem złączy poprzecznych do nich równoległych, występujących   
  w niżej położonej warstwie.

Układ złączy należy uzgodnić z Przedstawicielem Zamawiającego/Inspektorem Nadzoru.

## **5.9. Pielęgnacja podbudowy z MCE**

W trakcie i bezpośrednio po wykonywaniu mieszanki MCE w czasie gdy temperatura otoczenia przy słonecznej pogodzie przekracza 20°C podbudowę należy nie wcześniej   
niż po 1 dniu skrapiać wodą. Decyzję o takim zabiegu powinien podjąć   
Wykonawca w uzgodnieniu z Przedstawicielem Zamawiającego/Inspektorem Nadzoru   
z uwzględnieniem tempa wiązania wykonanej warstwy.

Po zakończonym procesie zagęszczania warstwy przez okres 72 godzin nie dopuszcza się żadnego ruchu budowlanego (dopuszczony jest tylko zabieg pielęgnacji).

Kolejną warstwę konstrukcyjną nawierzchni można wykonywać pod warunkiem uzyskania parametru nośności warstwy oraz wskaźnika odkształcenia zgodnie z tabelą 5.

Przed ułożeniem warstwy asfaltowej, na podbudowie MCE należy wykonać skropienie emulsją asfaltową wolnorozpadową C60 B10 ZM/R w ilości 0,3÷0,7 kg/m2 w celu zapewnienia odpowiedniego połączenia międzywarstwowego. Jako zabieg ochronny skropienia emulsji, należy wykonać dodatkowe skropienie z użyciem mleczka wapiennego. Wymagania dotyczące sposobu wykonania warstwy ochronnej mleczkiem wapiennym zawiera SST D-04.03.01 v01 Oczyszczenie i skropienie warstw konstrukcyjnych.

W przypadku układania podbudowy z mieszanki MCE w dwóch warstwach,   
również pomiędzy warstwami podbudowy należy wykonać skropienie emulsją zgodnie   
z zasadami jak wyżej.

Podbudowa z mieszanki MCE powinna być przykryta następną warstwą nawierzchni przed okresem zimowym, w przeciwnym razie warstwa musi zostać ponownie wykonana.

# 6. Kontrola jakości robót

## **6.1. Ogólne zasady kontroli jakości robót**

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

## **6.3. Badania i pomiary kontrolne - zgodnie z SST D-M-00.00.00 „Wymagania ogólne”**

## **6.4. Badania i pomiary kontrolne dodatkowe - zgodnie z SST D-M-00.00.00** **„Wymagania ogólne”**

## **6.5. Badania i pomiary arbitrażowe - zgodnie z SST 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 Wykonawcy powinny obejmować wszystkie właściwości określone w pkt 2 i 5 niniejszych SST.

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](#_bookmark43).

Tabela 6 Rodzaj i częstotliwość badań w czasie robót

|  |  |  |
| --- | --- | --- |
| Lp. | Wyszczególnienie badań | Minimalna liczba badań  i pomiarów |
| **Mieszanka mineralno-cementowo-emulsyjna (mieszanka MCE)** | | |
| 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 | Uziarnienie mieszanki mineralnej | dla próby technologicznej i odcinka próbnego oraz dla każdej działki roboczej i/lub na każde rozpoczęte 6000 m2 |
| 5 | Wilgotność mieszanki mineralnej |
| 6 | Zawartość wolnych przestrzeni | dla próby technologicznej i odcinka próbnego oraz dla każdej działki roboczej i/lub na każde rozpoczęte 6000 m2 |
| 7 | Wytrzymałość na pośrednie rozciąganie *ITS* po 7 i 28 dniach | dla próby technologicznej i odcinka próbnego oraz dla każdej działki roboczej i/lub na każde rozpoczęte 6000 m2 |
| 8 | Odporność na działanie wody  po 28 dniach |
| 9 | Moduł sztywności *IT-CY*,  T = +5°C po 7 i 28 dniach, [MPa] | dla próby technologicznej i odcinka próbnego oraz na każde rozpoczęte 6000 m2 |
| **Warstwa z mieszanki mineralno-cementowo-emulsyjnej (mieszanki MCE)** | | |
| 1 | Ocena wizualna jednorodności powierzchni warstwy | ocena ciągła |
| 2 | Ocena wizualna jakości wykonania połączeń technologicznych |
| 3 | Wskaźnik zagęszczenia warstwy  po 28 dniach (odwierty Ø 150±2mm) | dla odcinka próbnego oraz dla każdej działki roboczej i/lub na każde  rozpoczęte 6000 m2 |
| 4 | Zawartość wolnych przestrzeni  w warstwie |
| 5 | Grubość warstwy |
| 6 | Moduł odkształcenia *E*2, lub moduł dynamiczny *E*vd do 72 godzinach |
| 7 | Spadek poprzeczny | co 50 m |
| 8 | Równość podłużna | planografem w sposób ciągły lub  co 10 m 4-metrową łatą |
| 9 | Równość poprzeczna | nie rzadziej niż co 5 m, 2-metrową łatą i klinem |
| 10 | Szerokość warstwy | co 10 m |
| 11 | Rzędne wysokościowe | co 50 m |

### **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. 5.5.

### **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](#_bookmark27) [4](#_bookmark27).

### **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 zagęszczenia próbek. Wyniki badań powinny spełnić wymagania zawarte w [tabeli 4](#_bookmark27).

### **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 7 i 28 dniach od zagęszczenia 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**

Badanie należy przeprowadzić do 72 godzinach od zakończenia procesu zagęszczania. Moduł odkształcenia *E*2 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 średnio-ciężką płytą dynamiczną 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 „ZTV E-StB Zusätzliche Technische Vertragsbedingungen und Richtlinien für Erdarbeiten im Straßenbau. Wydanie 2017.”

Podbudowa jest prawidłowo zagęszczona i nośna jeżeli będą spełnione dwa warunki:

**Warunek A:**

*I*O=

gdzie:

*E*1 - moduł odkształcenia w pierwszym obciążeniu w podanym zakresie [MPa],

*E*2 - moduł odkształcenia w drugim obciążeniu w podanym zakresie [MPa].

**Warunek B:**

*E*2 > 150 MPa dla KR 5÷7,   
*E*2 > 130 MPa dla KR 3÷4,

*E*2 > 100 MPa dla KR 1÷2

Zapewnienie warunków A i B pozwala na wbudowanie kolejnej warstwy konstrukcyjnej.

Wyniki badań powinny spełnić wymagania zawarte w [tabeli 5](#_bookmark32).

### **6.7.6. Zawartość wolnych 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 Ø 150±2mm) pobranych   
z nawierzchni oraz gęstość oznaczoną według normy PN-EN 12697-5. Wyniki badań powinny spełnić wymagania zawarte w [tabeli 5](#_bookmark32). W przypadku przekroczenia wartości dopuszczalnych w zakresie zawartości wolnych przestrzeni należy postępować zgodnie   
z *Instrukcją DP-T 14 Ocena jakości na drogach krajowych. Część I – Roboty drogowe   
pkt 2.8 tab. 17,* z uwzględnieniem zasad opisanych w pkt 6.4 lub 6.5 niniejszych SST.

### **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 Ø 150 ±2mm) 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. Próbki do badań należy pobierać w tym samym miejscu. Do badań zagęszczenia warstw można wykorzystać inne metody po ich wcześniejszym skalibrowaniu i zaakceptowaniu przez Przedstawiciela Zamawiającego/Inspektora Nadzoru. Jeżeli okaże się, że nie można wyznaczyć gęstości objętościowej na próbkach walcowych, ponieważ nie uda się pobrać próbek lub próbki się rozpadną w trakcie pobierania to można gęstość objętościową wyznaczyć inną równoważną metodą. Wyniki badań powinny spełnić wymagania zawarte w [tabeli 5](#_bookmark32). W przypadku jeśli wskaźnik zagęszczenia jest niższy niż 98,0% należy postępować zgodnie z *Instrukcją   
DP-T 14 Ocena jakości na drogach krajowych. Część I – Roboty drogowe pkty 2.5 tab. 14 jak dla AC w zależności do kategorii ruchu,* z uwzględnieniem zasad opisanych w pkt 6.4 lub 6.5 niniejszych SST.

## **6.7.8. Grubość warstwy wykonanej z mieszanki MCE**

Grubość warstwy podbudowy z mieszanki MCE określa się poprzez pomiar grubości   
w odwiercie lub pomiar elektromagnetyczny. Pomiary należy wykonać zgodnie z normą   
PN-EN 12697-36. Otrzymane wyniki z każdego pojedynczego pomiaru grubości, nie mogą wykroczyć poza wartości dopuszczalne określone w niniejszych SST pkt. 5.7 tabela 5.

Grubości warstwy należy ocenić na podstawie wielkości odchyłki obliczonej dla:

* pojedynczego wyniku pomiaru grubości warstwy i pakietu warstw asfaltowych,
* wartości średniej ze wszystkich pomiarów grubości danej warstwy i wartości średniej pomiarów pakietu warstw asfaltowych.

Odchyłka w zakresie grubości danej warstwy lub pakietu warstw z mieszanek mineralno-asfaltowych jest to procentowe przekroczenie w dół projektowanej grubości warstwy lub pakietu i obliczona wg *pkt 2.3. Instrukcji DP-T 14 – część I* z dokładnością do 1%.

Tolerancja dla pojedynczego wyniku w zakresie:

* grubości warstwy może wynosić 1÷10% grubości projektowanej,
* pakietu wszystkich warstw asfaltowych wynosi 0÷10% grubości projektowanej, lecz nie więcej niż 1 cm.

Wartość średnia ze wszystkich pomiarów grubości danej warstwy lub pakietu warstw powinna być równa bądź większa w stosunku do grubości przyjętej w projekcie konstrukcji nawierzchni.

Dopuszcza się przy odbiorze warstwy przez Przedstawiciela Zamawiającego/Inspektora Nadzoru pomiar grubości za pomocą georadaru GPR.

W przypadku przekroczenia wartości dopuszczalnych w zakresie grubości należy postępować zgodnie z *Instrukcją DP-T 14 Ocena jakości na drogach krajowych. Część I – Roboty drogowe pkt 2.4 tab. 13*, z uwzględnieniem zasad opisanych w pkt 6.4 lub 6.5 niniejszych SST.

### **6.7.9. 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 łatą, zgodnie z normą BN-68/8931-04 w odstępach co 10 m,
* równość poprzeczną należy badać 2-metrową łatą, zgodnie z normą   
  BN- 68/8931-04 – nie rzadziej niż co 5 m,
* szerokość warstwy – co 10 m,
* rzędne wysokościowe osi i krawędzi ułożonej warstwy – co 50 m.

Wyniki badań powinny spełnić wymagania zawarte w [Tabeli 5](#_bookmark32).

# 7. Obmiar robót

## **7.1. Ogólne zasady obmiaru robót**

Ogólne zasady obmiaru robót podano w SST 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 SST D-M-00.00.00 „Wymagania ogólne”. Roboty uznaje się za wykonane zgodnie z dokumentacją projektową, SST i poleceniami Przedstawiciela Zamawiającego/Inspektora Nadzoru, 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 SST D-M-00.00.00 „Wymagania ogólne”.

## **9.2. Cena jednostki obmiarowej**

Cena wykonania 1 m2 wykonanej warstwy podbudowy z mieszanki MCE.

* prace pomiarowe i roboty przygotowawcze,
* oznakowanie robot,
* dostarczenie materiałów i sprzętu,
* opracowanie recepty laboratoryjnej wraz z przeprowadzeniem wymaganych badań

przy opracowaniu recepty (pobranie próbek na etapie opracowywania recepty za pomocą próbnego frezowania),

* wykonanie odcinka próbnego wraz z wykonaniem niezbędnych badań laboratoryjnych, pomiarów i sprawdzeń,
* wyprodukowanie mieszanki MCE i jej transport na miejsce wbudowania,
* rozłożenie i zagęszczenie mieszanki MCE,
* niezbędne obcięcia krawędzi warstwy,
* przeprowadzenie pomiarów i badań laboratoryjnych, wymaganych w SST,
* naprawa nawierzchni po pobraniu próbek i wykonaniu badań przez Wykonawcę   
  i Zamawiającego,
* odwiezienie sprzętu,
* koszt utrzymania czystości na przyległych drogach lub terenie budowy.

**9.3. Sposób rozliczenia robót tymczasowych i prac towarzyszących**

Cena wykonania robot określonych niniejszymi SST obejmuje:

* roboty tymczasowe, które są potrzebne do wykonania robot podstawowych,   
  ale nie są przekazywane Zamawiającemu i są usuwane po wykonaniu robót podstawowych,
* prace towarzyszące, które są niezbędne do wykonania robót podstawowych,
* niezaliczane do robót tymczasowych, jak geodezyjne wytyczenie robót itd.

# 10. Przepisy związane

# 10.1. Normy

1. PN-EN 197-1 Cement. Część 1. Skład, wymagania i kryteria zgodności dotyczące cementów powszechnego użytku
2. PN-EN 932-3 Badania podstawowych właściwości kruszyw - Część 3: Procedura   
   i terminologia uproszczonego opisu petrograficznego
3. PN-EN 933-1 Badania geometrycznych właściwości kruszyw - Część 1: Oznaczanie składu ziarnowego. Metoda przesiewania
4. PN-EN 933-3 Badania geometrycznych właściwości kruszyw - Część 3: Oznaczanie kształtu ziaren za pomocą wskaźnika płaskości
5. PN-EN 933-4 Badania geometrycznych właściwości kruszyw - Część 4: Oznaczanie kształtu ziaren – Wskaźnik kształtu
6. PN-EN 933-5 Badania geometrycznych właściwości kruszyw - Część 5: Oznaczanie procentowej zawartości ziaren przekruszonych w kruszywie o grubym i o ciągłym uziarnieniu
7. PN-EN 933-11 Badania geometrycznych właściwości kruszyw - Część 11: Klasyfikacja składników kruszywa grubego z recyklingu
8. PN-EN 1097-2 Badania mechanicznych i fizycznych właściwości kruszyw - Część 2: Metody oznaczania odporności na rozdrabnianie
9. PN-EN 1097-3 Badania mechanicznych i fizycznych właściwości kruszyw - Część 3: Oznaczanie gęstości nasypowej i jamistości
10. PN-EN 1097-6 Badania mechanicznych i fizycznych właściwości kruszyw - Część 6: Oznaczanie gęstości ziaren i nasiąkliwości
11. PN-EN 13036-6 Właściwości nawierzchni drogowych i lotniskowych – Metody badań – Część 6: Pomiary poprzecznych i podłużnych profili w zakresie długości fali równości i megatekstury
12. PN-EN 13036-8 Właściwości nawierzchni drogowych i lotniskowych – Metody Badań – Część 8: Określenie wskaźników nierówności poprzecznej
13. 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
14. PN-EN 12591 Asfalty i lepiszcza asfaltowe. Wymagania dla asfaltów drogowych
15. PN-EN 12697-1 Mieszanki mineralno-asfaltowe - Metody badań - Część 1: Zawartość lepiszcza rozpuszczalnego
16. PN-EN 12697-5 Mieszanki mineralno-asfaltowe. Metody badań - Część 5: Oznaczanie gęstości
17. PN-EN 12697-6 Mieszanki mineralno-asfaltowe. Metody badań - Część 6: Oznaczanie gęstości objętościowej próbek mieszanki mineralno-asfaltowej
18. PN-EN 12697-8 Mieszanki mineralno-asfaltowe. Metody badań - Część 8: Oznaczanie zawartości wolnej przestrzeni próbek mineralno- asfaltowych
19. PN-EN 12697-23 Mieszanki mineralno-asfaltowe. Metody badania - Część 23: Oznaczanie wytrzymałości mieszanki mineralno-asfaltowej na rozciąganie pośrednie
20. PN-EN 12697-26 Mieszanki mineralno-asfaltowe. Metody badań - Część 26: Sztywność
21. PN-EN 12697-30 Mieszanki mineralno-asfaltowe. Metody badań - Część 30: Przygotowanie próbek zagęszczonych przez ubijanie
22. PN-EN 12697-36 Mieszanki mineralno-asfaltowe. Metody badań - Część 36: Oznaczanie grubości nawierzchni asfaltowych
23. PN-EN 13242 Kruszywa do niezwiązanych i hydraulicznie związanych materiałów stosowanych w obiektach budowlanych i budownictwie drogowym
24. PN-EN 13286-2 Mieszanki niezwiązane i związane spoiwem hydraulicznym.   
    Część 2: Metody określania gęstości i zawartości wody. Zagęszczanie metodą Proctora
25. PN-EN 13808 Asfalty i lepiszcza asfaltowe. Zasady klasyfikacji kationowych emulsji asfaltowych
26. PN-EN 1367-1 Badania właściwości cieplnych i odporności kruszyw na działanie czynników atmosferycznych - Część 1: Oznaczanie mrozoodporności
27. PN-EN 1367-3 Badania właściwości cieplnych i odporności kruszyw na działanie czynników atmosferycznych - Część 3: Badanie bazaltowej zgorzeli słonecznej metodą gotowania
28. PN-EN 1744-1 Badania chemicznych właściwości kruszyw - Część 1: Analiza chemiczna
29. PN-S-02205:1998 Drogi samochodowe. Roboty ziemne
30. BN-68/8931-04 Drogi samochodowe. Pomiar równości nawierzchni planografem   
    i łatą
31. ASTM E2835-11 Standard Test Method for Measuring Deflections using a Portable Impulse Plate Load Test Device

Obowiązują wydania przywołanych powyżej norm i innych dokumentów na dzień złożenia przez Wykonawcę oferty.

Wprowadzenie nowszego wydania normy czy innego dokumentu wymaga uzgodnienia przez strony kontraktu.

## **10.2. Inne dokumenty**

1. Rozporządzenie Ministra Infrastruktury z dnia 24 czerwca 2022 r. w sprawie przepisów techniczno-budowlanych dotyczących dróg publicznych
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 wbudowywania mieszanek mineralno-cementowo-emulsyjnych (MCE), Politechnika Gdańska Katedra Inżynierii Drogowej, wersja   
   z 10.09.2014 r.
5. Wytyczne stosowania technologii recyklingu głębokiego na zimno   
   z wykorzystaniem emulsji i cementu wraz z zasadami projektowania nawierzchni   
   z wykorzystywaniem warstw z mieszanki MCE, RID I/6 Załącznik nr 9.4.1
6. Instrukcja projektowania i wbudowania mieszanek mineralno-cementowo- emulsyjnych (MCE), Załącznik nr 9.4.2 do RID I/6 Wykorzystanie materiałów pochodzących z recyklingu
7. Zalecenia bezpiecznego stosowania destruktu asfaltowego ze smołą w warstwach wykonanych w technologii mieszanek mineralno-cementowo-emulsyjnych MCE, Załącznik nr 9.4.3 do RID I/6 Wykorzystanie materiałów pochodzących z recyklingu,
8. ZTV E-StB Zusätzliche Technische Vertragsbedingungen und Richtlinien für Erdarbeiten im Straßenbau. Wydanie 2017
9. Katalog typowych konstrukcji nawierzchni podatnych i półsztywnych, Politechnika Gdańska Katedra Inżynierii Drogowej, Załącznik do Zarządzenia   
   nr 31 Generalnego Dyrektora Dróg Krajowych i Autostrad z dn. 16.06.2014
10. WT-2 2016 – część II Nawierzchnie asfaltowe na drogach krajowych. Wykonanie warstw nawierzchni asfaltowych. Wymagania techniczne. Warszawa 2016
11. WT-4 Mieszanki niezwiązane do dróg krajowych. Wymagania techniczne. Warszawa 2010
12. WT-5 Mieszanki związane spoiwem hydraulicznym do dróg krajowych. Wymagania techniczne. Warszawa 2010
13. Instrukcja DP-T 14 Ocena jakości na drogach krajowych. Część I-Roboty drogowe