

**SPECYFIKACJA TECHNICZNA
WYKONANIA I ODBIORU ROBÓT BUDOWLANYCH**

D.04.05.01

STABILIZACJA CEMENTEM

1. Wstęp

1.1. Przedmiot STWiORB.

Przedmiotem niniejszej STWiORB są wymagania dotyczące wykonania i odbioru warstw z gruntu stabilizowanego cementem w związku z przebudową drogi gminnej w Strachowicach.

1.2. Zakres stosowania STWiORB.

Niniejsza STWiORB stosowana jest jako dokument przetargowy i kontraktowy przy zleceniu i realizacji robót wymienionych w punkcie 1.1

1.3 Zakres robót objętych STWiORB.

Ustalenia zawarte w niniejszej Specyfikacji mają zastosowanie przy wykonywaniu warstwy wzmocnionego podłoża z gruntu stabilizowanego cementem zgodnie z zakresem wg Dokumentacji Projektowej.

Zakres rzeczowy obejmuje:

- wykonanie polepszenia podłoża naturalnego przy pomocy warstwy z gruntu stabilizowanego cementem o $R_m = 2,5\text{MPa}$ wraz z pielęgnacją, grubości określonej w dokumentacji.

1.4. Określenia podstawowe.

Określenia podane w niniejszej STWiORB są zgodne z obowiązującymi odpowiednimi normami i STWiORB D.M.00.00.00.

1.4.1. *Ulepszona podłoże* - warstwa podłoża bezpośrednio pod nawierzchnią, ulepszona cementem, stosowana wówczas, gdy podłoże gruntowe ma małą nośność.

1.4.2. *Kruszywo stabilizowane cementem* - mieszanka kruszywa naturalnego, cementu i wody, dobranych w optymalnych ilościach, zagęszczona i stwardniała w wyniku ukończenia procesu wiązania cementu.

1.4.3. Pozostałe określenia podstawowe podane w niniejszej Specyfikacji są zgodne z obowiązującymi, odpowiednimi polskimi normami i z definicjami podanymi w DM.00.00.00 "Wymagania ogólne pkt. 1.4.

1.5. Ogólne wymagania dotyczące robót.

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

2. Materiały

2.1. Ogólne wymagania dotyczące materiałów.

Ogólne warunki dotyczące stosowania materiałów podano w STWiORB D.M.00.00.00 „Wymagania ogólne”.

2.2. Rodzaje materiałów

Do wykonania ulepszanego podłoża, z kruszywa stabilizowanego cementem stosuje się następujące materiały: kruszywa, cement, woda.

2.3. Kruszywo

2.3.1. Właściwości kruszyw

Do stabilizacji cementem należy stosować kruszywa naturalne - piaski, pospółki, żwiry, albo mieszanek tych kruszyw o ciągłym uziarnieniu, spełniające wymagania podane w tablicy 1.

Tablica 1. Wymagania dla kruszyw przeznaczonych do stabilizacji cementem

Lp.	Właściwości	Wymagania
1.	Uziarnienie, wg PN-91/B-06714/15: a) ziarn pozostających na sicie 2 mm, %, nie mniej niż: b) ziarn przechodzących przez sito 0,075 mm, %, nie więcej niż:	30 15
2.	Zawartość części organicznych, wg PN-78/B-06714/28	Barwa cieczy nad kruszywem nie ciemniejsza od barwy wzorcowej
3.	Zawartość zanieczyszczeń obcych, wg PN-78/B-06714/12, %, nie więcej niż:	0,5
4.	Zawartość związków siarki, w przeliczeniu na SO ₃ , wg PN-78 /B-06714/28, %, poniżej	1

Kruszywo można uznać za przydatne do stabilizacji cementem wtedy, gdy wyniki badań laboratoryjnych wykazą, że wytrzymałość na ściskanie i mrozoodporność próbek kruszywa stabilizowanego będą zgodne z wymaganiami określonymi w pkt. 6.2. niniejszej Specyfikacji.

2.3.2. Źródła kruszyw

Wszystkie kruszywa użyte do stabilizacji cementem powinny pochodzić tylko ze źródeł uzgodnionych i zatwierdzonych przez Kierownika Projektu. Kruszywa, które nie spełnią wymagań określonych w pkt. 2.3.1. niniejszej Specyfikacji, zostaną odrzucone.

2.3.3. Składowanie kruszyw

Jeżeli kruszywo nie jest używane bezpośrednio w miejscu wydobycia lecz przechowywane na placu budowy to powinno ono być składowane w pryzmach, na utwardzonym i dobrze odwodnionym placu, w warunkach zabezpieczających przed zanieczyszczeniem i przed wymieszaniem różnych rodzajów kruszyw.

2.4. Cement

Do stabilizacji kruszywa należy stosować cement klasy 35,5, portlandzki, według zaleceń Kierownika Projektu wydanych w oparciu o badania laboratoryjne. Cement powinien spełniać wymagania PN-88/B-30000.

Cement używany do stabilizacji powinien być sypki, bez zawartości grudek. W normalnych warunkach czas przechowywania cementu nie powinien przekraczać trzech miesięcy. Cement zawierający grudki lub przechowywany na budowie dłużej niż 3 miesiące może być użyty za zgodą Kierownika Projektu, gdy zaroby próbne wykazą zadowalającą wytrzymałość na ściskanie i zadowalającą mrozoodporność.

2.5. Woda

Woda stosowana do stabilizacji kruszywa cementem i ewentualnie do pielęgnacji wykonanej warstwy powinna być czysta, bez zawartości szkodliwych dodatków, odpowiadająca wymaganiom PN-88/B-32250.

3. Sprzęt

3.1. Ogólne wymagania dotyczące sprzętu.

Ogólne warunki stosowania sprzętu podano w STWiORB D.M.00.00.00 „Wymagania ogólne”.

3.2. Sprzęt przy zastosowaniu mieszania w mieszarkach stacjonarnych.

Do wykonania warstwy ulepszanego podłoża z kruszywa stabilizowanego cementem, należy stosować:

- wytwórnie stacjonarne wyposażone w urządzenia wagowe dla kruszywa i cementu oraz objętościowe dla wody,
- małe walce gładkie, wibracyjne lub ogumione do zagęszczania,
- w miejscach trudno dostępnych należy stosować zagęszczarki płytowe, ubijaki mechaniczne lub małe walce wibracyjne,

4. Transport

4.1. Ogólne wymagania dotyczące transportu.

Ogólne warunki dotyczące transportu podano w STWiORB D.M.00.00.00 „Wymagania ogólne”.

4.2. Transport kruszywa

Kruszywo może być przewożone dowolnymi środkami transportowymi, gwarantującymi zabezpieczenie przed zanieczyszczeniem.

4.3. Transport cementu

Transport cementu powinien odbywać się z zastosowaniem cementowozów. W czasie transportu i przeładunku cement nie może ulec zawilgoceniu.

4.4. Transport wody

Woda może być dostarczana wodociągiem lub cysternami.

4.5. Transport mieszanki z wytwórni stacjonarnej

Transport mieszanki z wytwórni do miejsca wbudowania powinien odbywać się w sposób zapobiegający rozsegregowaniu mieszanki oraz utarcie wilgotności. Do transportu mieszanki należy stosować samochody samowyladowcze o konstrukcji i ładowności dostosowanej do bezpośredniego wyladunku mieszanki do układarki. Zalecane jest stosowanie plandek ochronnych zabezpieczających mieszankę przed wpływem czynników atmosferycznych.

5. Wykonanie robót

5.1. Ogólne warunki wykonania robót.

Ogólne warunki wykonywania robót podano w STWiORB D.M.00.00.00. „Wymagania ogólne”.

5.1. Skład mieszanki kruszywa stabilizowanego cementem

Zawartość cementu w mieszance kruszywa stabilizowanego cementem nie może przekraczać 6%, w stosunku do masy suchego kruszywa.

Zawartość wody w mieszance powinna odpowiadać wilgotności optymalnej według normalnej próby Proctora, zgodnie z PN-88/B-04481 z tolerancją + 1 % i -2%.

Zaleca się taki dobór mieszanki, aby spełnić wymagania wytrzymałościowe określone w pkt. 6.2. niniejszej Specyfikacji.

5.2. Projektowanie składu mieszanki kruszywa stabilizowanego cementem

Wykonawca powinien dostarczyć Kierownikowi Projektu do akceptacji projekt składu mieszanki oraz próbki kruszywa i cementu pobrane w obecności Kierownika Projektu.

Projekt składu mieszanki powinien być opracowany w oparciu o:

- wyniki badań kruszywa,
- wyniki badań cementu według metod określonych w PN-88/B-04300,
- wyniki badań wytrzymałości i mrozoodporności kruszywa stabilizowanego cementem według metod podanych w PN-S-96012/1977 oraz wymagań niniejszej Specyfikacji.

Projekt składu mieszanki powinien zawierać:

- wymaganą zawartość w mieszance cementu,
- wymaganą zawartość wody w mieszance, odpowiadającą wilgotności optymalnej kruszywa z cementem,
- w przypadkach wątpliwych, wyniki badania jakości wody wg PN-88/B-32250.

5.3. Grubość warstwy

Grubość warstwy ulepszonego podłoża z kruszywa stabilizowanego cementem powinna być zgodna z ustaleniami Dokumentacji Projektowej, czyli wynosić 10 cm.

5.4. Warunki atmosferyczne

Warstwa podłoża ulepszonego z gruntu stabilizowanego cementem nie może być wykonywana wtedy, gdy temperatura powietrza spadła poniżej 2°C oraz wtedy, gdy podłoże jest zamarznięte i podczas opadów deszczu. Nie należy rozpoczynać stabilizacji kruszywa cementem jeżeli prognozy meteorologiczne wskazują na możliwy spadek temperatury poniżej 2°C w czasie najbliższych 7 dni.

5.5. Przygotowanie podłoża

Przed ułożeniem warstwy ulepszonego podłoża z kruszywa stabilizowanego cementem, podłoże (grunt rodzimy, nasypowy lub warstwa odsączająca) należy oczyścić ze wszelkich zanieczyszczeń oraz sprawdzić jego cechy geometryczne i zagęszczenie.

5.6. Wykonanie warstwy ulepszonego podłoża z kruszywa stabilizowanego cementem

Do przygotowania mieszanki należy zastosować betoniarkę przeciwbieżną typu cyklicznego z automatycznym dozowaniem składników. Składniki mieszanki powinny być dozowane w ilości określonej w receptce laboratoryjnej. Mieszarka stacjonarna powinna być wyposażona w urządzenia do wagowego dozowania kruszywa i cementu oraz objętościowego dozowania wody, gwarantujące następujące tolerancje dozowania, wyrażone w stosunku do masy poszczególnych składników:

- kruszywo $\pm 3\%$,
- cement $\pm 5\%$,
- woda $\pm 2\%$ w stosunku do wilgotności optymalnej.

Mieszanka dowieziona z wytwórni powinna być układana przy pomocy układek lub równiarek. Grubość układania mieszanki powinna być taka, aby zapewnić uzyskanie wymaganej grubości warstwy po zagęszczeniu.

Przed zagęszczeniem warstwa powinna być wyprofilowana do wymaganych rzędnych, spadków podłużnych i poprzecznych przy użyciu równiarek. Do rozkładania mieszanki należy wykorzystać prowadnice w celu uzyskania odpowiedniej równości profilu warstwy. Przed ułożeniem mieszanki należy podłoże zwilżyć wodą.

5.7. Zagęszczanie

Zagęszczanie warstwy kruszywa stabilizowanego cementem należy prowadzić przy użyciu walców gładkich, wibracyjnych lub ogumionych, w zestawie uzgodnionym z Kierownikiem Projektu.

Zagęszczanie warstwy o jednostronnym spadku poprzecznym powinno rozpocząć się od niższej położonej krawędzi i przesuwac pasami podłużnymi w stronę wyżej położonej krawędzi. Pojawiające się w czasie zagęszczania zaniżenia, ubytki, rozwarstwienia i podobne wady powinny być natychmiast naprawione przez wymianę mieszanki na pełną głębokość, wyrównanie i ponowne zagęszczenie. Powierzchnia zagęszczonej warstwy powinna mieć prawidłowy przekrój poprzeczny i jednolity wygląd.

W przypadku technologii mieszania w mieszarkach stacjonarnych operacje zagęszczania i obróbki powierzchniowej muszą być zakończone przed upływem dwóch godzin od chwili dodania wody do mieszanki.

Zagęszczanie należy kontynuować do osiągnięcia wskaźnika zagęszczenia mieszanki nie mniejszego od 1,00 według normalnej próby Proctora, zgodnie z PN-88/B-04481. Specjalną uwagę należy poświęcić zagęszczaniu mieszanki w sąsiedztwie spoin roboczych podłużnych i poprzecznych, oraz wszelkich urządzeń obcych.

Wszelkie miejsca luźne, rozsegregowane, spękane podczas zagęszczania lub w inny sposób wadliwe, powinny być naprawione przez zerwanie warstwy na pełną grubość, wbudowanie nowej mieszanki o odpowiednim składzie i ponowne zagęszczenie. Roboty te zostaną wykonane na koszt Wykonawcy.

5.8. Pielęgnacja warstwy z kruszywa stabilizowanych cementem

Warstwa z kruszywa stabilizowanego cementem powinna być poddana pielęgnacji polegającej na zabezpieczeniu jej powierzchni przed utratą wilgotności. Sposób pielęgnacji zaproponowany przez Wykonawcę powinien być zaakceptowany przez Kierownika Projektu.

Nie należy dopuszczać żadnego ruchu po wykonanej warstwie w okresie 7 dni po jej wykonaniu.

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”.

6.2. Właściwości kruszywa stabilizowanego cementem

Wytrzymałość kruszywa stabilizowanego cementem dla warstwy ulepszonego podłoża,

o $R_m = 2,5$ MPa powinna wynosić:

- wytrzymałość na ściskanie próbek nasyconych wodą, po 7 dniach - $1,0 \div 1,6$ MPa, po 28 dniach - $1,5 \div 2,5$ MPa,
- wskaźnik mrozoodporności, co najmniej 0,6

Badania należy wykonywać zgodnie z normą PN-S-96012/1997

6.3. Częstotliwość i zakres badań kontrolnych

Częstotliwość i zakres badań kontrolnych w czasie robót przy wykonywaniu warstw z kruszywa stabilizowanego cementem podano w tablicy 2.

Tablica 2. Częstotliwość badań przy wykonywaniu warstw z kruszywa stabilizowanego cementem

Lp.	Wyszczególnienie badań	Częstotliwość badań	
		Minimalna ilość badań na dziennej działce roboczej	Maksymalna powierzchnia ulepszonego podłoża przypadająca na jedno badanie [m ²]
1. 2. 3.	Uziarnienie kruszywa Wilgotność mieszanki kruszywa z cementem Zagęszczenie warstwy	2	600
4. 5.	Wytrzymałość 7-dniowa Wytrzymałość 28-dniowa	3	400
6.	Mrozoodporność kruszywa stabilizowanego cementem	Przy projektowaniu i w przypadkach wątpliwych	
7.	Badania cementu	Dla każdej dostawy	
8.	Badania wody	Dla każdego wątpliwego źródła	
9.	Szczegółowe badania kruszywa:	Przy każdej zmianie źródła kruszywa	

6.4. Badania i pomiary wykonanej warstwy ulepszonego podłoża z kruszywa stabilizowanego cementem

Częstotliwość i zakres badań i pomiarów wykonanej warstwy podano w tablicy 3.

Tablica 3. Częstotliwość i zakres badań i pomiarów wykonanej warstwy wzmacniającej podłoża z kruszywa stabilizowanego cementem

Lp.	Wyszczególnienie badań i pomiarów	Minimalna częstotliwość badań i pomiarów
1.	Grubość warstwy	Podczas budowy: W trzech punktach na każdej działce roboczej, lecz nie rzadziej niż raz na 400 m ² Przed odbiorem: W trzech punktach, lecz nie rzadziej niż raz na 2000 m ²
2.	Szerokość warstwy	10 razy na 1 km

3.	Równość podłużna	W sposób ciągły planografem albo co 20 m latą na każdym pasie ruchu
4.	Równość poprzeczna	10 razy na 1 km
5.	Spadki poprzeczne ¹⁾	10 razy na 1 km
6.	Rzędne wysokościowe	co 100 m
7.	Ukształtowanie osi w planie ¹⁾	co 100 m

¹⁾ Dodatkowe pomiary spadków poprzecznych i ukształtowania osi w planie należy wykonać w punktach głównych łuków poziomych: na początku, w środku i na końcu każdego łuku poziomego.

6.5. Wymagania dotyczące cech geometrycznych ulepszanego podłoża

6.5.1. Równość wzmocnianego podłoża i podbudowy

Nierówności podłużne wzmocnianego podłoża należy mierzyć 4-metrową latą lub planografem w osi każdego pasa ruchu zgodnie z BN-68/8931-04 z częstotliwością podaną w tablicy 3. Nierówności poprzeczne podbudowy należy mierzyć 4-metrową latą z częstotliwością podaną w tablicy 3. Nierówności nie powinny przekraczać 15mm.

6.5.2. Spadki poprzeczne wzmocnianego podłoża

Spadki poprzeczne należy mierzyć za pomocą 4-metrowejłaty i poziomicy z częstotliwością podaną w tablicy 3.

Spadki poprzeczne ulepszanego podłoża powinny być zgodne z Dokumentacją Projektową z tolerancją $\pm 0,5\%$.

6.5.3. Rzędne ulepszanego podłoża

Rzędne należy sprawdzać w osi jezdni i na jej krawędziach z częstotliwością podaną w tablicy 3.

Różnice pomiędzy rzędnymi wykonanej warstwy a rzędnymi projektowanymi nie powinny przekraczać +1 cm; - 2cm.

6.5.4. Ukształtowanie osi ulepszanego podłoża

Ukształtowanie osi warstwy podłoża należy sprawdzać w punktach głównych trasy i w innych punktach z częstotliwością podaną w tablicy 3.

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

6.5.5. Szerokość wzmocnianego podłoża

Szerokość wzmocnianego podłoża należy sprawdzać z częstotliwością podaną w tablicy 3. Szerokość wzmocnianego podłoża nie może różnić się od szerokości projektowanej o więcej niż +10cm i -5cm.

6.5.6. Wymagania dotyczące grubości warstwy

Grubość warstwy należy mierzyć, przez wykonanie otworów na całą jej głębokość, w odległości co najmniej 0,5m od krawędzi, natychmiast po zagęszczeniu warstwy, z częstotliwością podaną w tablicy 3.

Dopuszczalne odchyłki od projektowanej grubości ulepszanego podłoża nie powinny przekraczać 1cm.

7. Obmiar robót

7.1. Ogólne zasady obmiaru robót podano w ST D.M.00.00.00.

Jednostką obmiarową jest metr kwadratowy (m^2) wykonanej warstwy.

Obmiar nie powinien obejmować dodatkowych powierzchni nie wykazanych w Dokumentacji Projektowej z wyjątkiem powierzchni zaakceptowanych przez Kierownika Projektu na piśmie. Nadmierna grubość lub nadmierna powierzchnia warstwy w stosunku do Dokumentacji Projektowej wykonana bez pisemnego upoważnienia Kierownika Projektu nie może stanowić podstawy do roszczeń o dodatkową zapłatę.

8. Odbiór robót

8.1. Ogólne zasady odbioru robót podano w STWiORB D.M.00.00.00 „Wymagania ogólne”.

9. Podstawa płatności

9.1. Ogólne wymagania dotyczące płatności podano w STWiORB D.M.00.00.00.

9.2. Szczegółowe warunki płatności.

Płaci się za metr kwadratowy (m^2) wykonanej i odebranej warstwy, według ceny jednostkowej. Cena jednostkowa obejmuje:

- prace pomiarowe,
- przeprowadzenie badań laboratoryjnych stosowanych materiałów i opracowanie recepty na mieszankę,
- dostarczenie składników i wyprodukowanie mieszanki na podstawie zatwierdzonej recepty, rozłożenie i wyprofilowanie mieszanki,
- zagęszczenie mieszanki,
- pielęgnacja wykonanej warstwy,
- przeprowadzenie pomiarów i badań laboratoryjnych wykonanej warstwy,
- wykonanie wszystkich niezbędnych pomiarów, badań i sprawdzeń,
- oznakowanie robót i jego utrzymanie.

10. Przepisy związane

Normy

PN-88/B-04481	Grunty budowlane. Badania próbek gruntu.
PN-76/B-06714/12	Kruszywa mineralne. Badania. Oznaczanie zawartości zanieczyszczeń obcych.
PN-91/B-06714/15	Kruszywa mineralne. Badania. Oznaczanie składu ziarnowego.
PN-78/B-06714/28	Kruszywa mineralne. Badania. Oznaczanie zawartości siarki metodą bromową
PN-88/B-30000	Cement portlandzki.
PN-88/B-32250	Materiały budowlane. Woda do betonów i zapraw.
BN-68/8931-04	Drogi samochodowe. Pomiar równości nawierzchni planografem i łatą.
BN-S-96012/1997	Drogi samochodowe. Podbudowa z gruntów stabilizowanych cementem oraz warstwa podłoża gruntowego ulepszonych cementem.