

D-04.04.02 PODBUDOWA Z KRUSZYWA ŁAMANEGO STABILIZOWANEGO MECHANICZNIE

1. WSTĘP

1.1 Nazwa zadania

Budowy dróg dojazdowych do rozbudowywanego budynku Wydziału Oceanotechniki i Okrętownictwa Politechniki Gdańskiej z przeznaczeniem na obiekt basenu modelowego i pomieszczenia dydaktyczne.

1.2. Przedmiot ST

Przedmiotem niniejszej Szczegółowej Specyfikacji Technicznej (ST) są wymagania dotyczące wykonania i odbioru warstwy podbudowy pomocniczej z kruszywa łamanego stabilizowanego mechanicznie.

1.3. Zakres robót objętych ST

Specyfikacje Techniczne (ST) stanowią podstawę do zaprojektowania oraz wykonania i odbioru warstwy podbudowy zasadniczej 0/31,5

1.4. Informacje ogólne o terenie budowy

Informacje ogólne zawarto w D-00.00.00.

1.5. Nazwy i kody

| | | |
|------------------|------------|--|
| Grupa robót: | 45200000-9 | Roboty budowlane w zakresie wznoszenia kompletnych obiektów budowlanych lub ich części oraz robót w zakresie inżynierii lądowej i wodnej. |
| Klasa robót: | 45230000-8 | Roboty budowlane w zakresie budowy rurociągów, linii komunikacyjnych i elektroenergetycznych, autostrad, dróg, lotnisk i kolei, wyrównania terenu. |
| Kategoria robót: | 45233000-9 | Roboty w zakresie konstruowania, fundamentowania oraz wykonywania nawierzchni autostrad, dróg. |

1.6 Określenia podstawowe

Stosowane określenia podstawowe są zgodne z obowiązującymi, odpowiednimi polskimi normami oraz z definicjami podanymi w Specyfikacji Technicznej (ST) DM-00.00.00 „Wymagania ogólne” punkt 1.4.

2. MATERIAŁY

Ogólne wymagania dotyczące materiałów podano w ST DM-00.00.00 „Wymagania ogólne” punkt 2.

2.1. Materiał do podbudowy

Materiałem do wykonania podbudowy z kruszywa łamanego stabilizowanego mechanicznie powinny być kruszywa łamane uzyskane w wyniku przekruszenia surowca skalnego, kruszywa z żużla wielkopiecowego, głazów narzutowych lub otoczków o średnicy większej niż 63 mm. Kruszywo pochodzące z kruszenia głazów narzutowych lub otoczków powinno mieć 80 % ziarn łamanych, czyli ziarn o wszystkich przełamanych płaszczyznach. Kruszywo powinno być jednorodne, bez zanieczyszczeń obcych i bez domieszek gliny. Nie dopuszcza się stosowania kruszywa pochodzącego ze skał wapiennych, ze względu na ich tendencję do utraty swych właściwości po dłuższym czasie eksploatacji, co nie gwarantuje wymaganej trwałości nawierzchni. Uziarnienie mieszanki mineralnej powinno być zgodne z wymaganiami ~~PN-S-06102:1997~~ „Drogi samochodowe. Podbudowa z kruszywa stabilizowanego mechanicznie.” Krzywa uziarnienia powinna leżeć pomiędzy krzywymi granicznymi podanymi w tablicy 1.

Właściwości kruszyw powinny być zgodne z wymaganiami ~~PN-S-06102:1997~~ „Drogi samochodowe. Podbudowa z kruszywa stabilizowanego mechanicznie.” oraz tablicą 2.

Wymagania normowe rozszerzono o badanie plastyczności drobnych frakcji ze względu na wypadki uplastycznienia się niektórych podbudów z kruszyw po nasączeniu ich wodą.

Do wykonania podbudowy należy stosować wodę studzienną lub wodociągową bez specjalnych badań. W innych przypadkach woda powinna spełniać wymagania ~~normy PN-88/B-32250~~ „Woda do betonów i zapraw”.

Tablica 1. Graniczne krzywe uziarnienia dla podbudowy zasadniczej z kruszywa łamanego stabilizowanego mechanicznie

| Sito kwadratowe # [mm] | Krzywe graniczne |
|------------------------|------------------|
| 31,5 | 100 |
| 16 | 70 ÷ 93 |
| 8 | 50 ÷ 75 |
| 4 | 36 ÷ 58 |
| 2 | 26 ÷ 42 |
| 1 | 19 ÷ 32 |
| 0,5 | 13 ÷ 24 |
| 0,25 | 8 ÷ 15 |
| 0,075 | 3 ÷ 10 |

Tablica 2. Wymagane właściwości kruszywa

| lp. | Właściwości | Kruszywo łamane | Żużel | Badanie według normy |
|-----|---|-----------------|----------|--------------------------------------|
| 1 | Zawartość nadziarna, %, nie więcej niż | 5 | 5 | PN-B-06714-15 |
| 2 | Zawartość ziarn nieforemnych, %, nie więcej niż | 35 | - | PN-B-06714-16 |
| 3 | Nasiąkliwość, %, nie więcej niż | 3 | 6 | PN-B-06714-18 |
| 4 | Mrozoodporność, ubytek masy po 25 cyklach zamrażania, %, nie więcej niż | 5 | 5 | PN-B-06714-19 |
| 5 | Zawartość zanieczyszczeń organicznych, %, nie więcej niż | 1 | 1 | PN-B-06714-26 |
| 6 | Zawartość zanieczyszczeń obcych, %, nie więcej niż | 0,2 | 0,2 | PN-B-06714-12 |
| 7 | Zawartość siarki w przeliczeniu na SO ₃ , % nie więcej niż | 1 | 2 | PN-B-06714-28 |
| 8 | Ścieralność w bębnie Los Angeles, %, nie więcej niż: • po pełnej liczbie obrotów • ścieralność po 1/5 pełnej liczby obrotów w stosunku do pełnej liczby obrotów | 35 30 | 40 30 | PN-B-06714-42 |
| 9 | Wskaźnik nośności CBR, mieszanki kruszywa przy $I_s \geq 1,0$, %, nie mniejszy niż | 80 | 80 | PN-S-06102:1997 (załącznik A) |
| 10 | Wskaźnik piaskowy po 5-krotnym zagęszczeniu wg Proctora metodą I lub II, % | 30 ÷ 70 | - | BN-64/8931-01 |
| 11 | Plastyczność frakcji przechodzącej przez sito 0,42 mm: • granica płynności, %, nie więcej niż • wskaźnik plastyczności, %, nie więcej niż | 25 4 | 25 4 | PN-88/B-04481 |
| 12 | Rozpad krzemianowy i żelazowy łącznie, %, nie więcej niż | - | 1 | PN-80/B-06714/37 PN-80/B-06714/39 |
| 13 | Zawartość ziarn łamanych, powyżej 4 mm, nie mniej niż | 80 % | - | PN-78/B-06714/16 |

2.2. Materiał do wykonania pobocza

Materiałem do wykonania pobocza z kruszywa łamanego stabilizowanego mechanicznie powinny być kruszywa łamane charakteryzujące się barwą czerwona lub zbliżoną do czerwonej. Pozostałe wymagania powinny być zgodne z wymaganiami podanymi w punkcie 2.1.

2.3. Źródła poboru materiałów

Źródła poboru kruszywa i wody muszą być zatwierdzone przez Inspektora Nadzoru przed rozpoczęciem dostaw. Wykonawca zobowiązany jest dostarczyć próbki materiałów, wyniki badań laboratoryjnych i deklarację zgodności z Polskimi Normami zgodnie z poleceniem Inspektora Nadzoru.

Zmiana źródeł poboru materiałów wymaga pisemnej zgody Inspektora Nadzoru.

2.4. Składowanie materiałów

Sposób składowania materiałów powinien je zabezpieczać przed zanieczyszczeniem i przemieszaniem z innymi asortymentami kruszyw. Warunki składowania, lokalizacja i parametry składowiska powinny uzyskać akceptację Inspektora Nadzoru.

Objętość składowisk powinna zapewniać możliwość zgromadzenia materiałów w ilościach zabezpieczających ciągłość produkcji mieszanki kruszyw. W harmonogramie dostaw

Wykonawca uwzględni czas niezbędny na badanie materiałów z nowych dostaw. Wykonawca powinien reagować na wzrost wilgotności kruszyw po okresie opadów.

3. SPRZĘT

Ogólne wymagania dotyczące sprzętu podano w ST DM-00.00.00 „Wymagania ogólne” punkt 3.

3.1 Sprzęt rozkładający

Warstwa podbudowy może być rozkładana rozścielaczami lub specjalistycznymi skrzyniami z elektronicznym sterowaniem grubością układanej warstwy.

W miejscach trudnodostępnych, o skomplikowanym ukształtowaniu spadków dopuszcza się użycie równiarki i ręczne układanie.

3.2. Sprzęt zagęszczający

Podstawowym typem walca stosowanym do zagęszczenia podbudowy powinien być walec wibracyjny o statycznym ciężarze co najmniej 15 ton i parametrach wibracji: amplituda – około 2 mm, częstotliwość wibracji – około 30 Hz. Ponadto stosowane mogą być walce ogumione o ciężarze do 20 ton oraz wibracyjne zagęszczarki płytowe do miejsc trudnodostępnych.

3.3. Pozostały sprzęt

Na budowie powinna być dostępna cysterna na wodę o pojemności co najmniej 5 m³, z ciśnieniowym systemem natrysku wody oraz szczotka mechaniczna do czyszczenia podłoża i podbudowy.

4. TRANSPORT

Ogólne wymagania dotyczące transportu materiałów podano w ST DM-00.00.00 „Wymagania ogólne” punkt 4.

Mieszanke można transportować dowolnymi środkami transportowymi. Transport mieszanki powinien się odbywać w sposób przeciwdziałający jej zanieczyszczeniu, rozsegregowaniu, wysuszeniu i zawilgoceniu.

Należy zwrócić uwagę na wyeliminowanie zjawiska segregacji przy załadunku i rozładunku mieszanki na środki transportu.

5. WYKONANIE ROBÓT

Ogólne zasady wykonania robót podano w ST DM-00.00.00. „Wymagania ogólne” punkt 5.

5.1. Przygotowanie podłoża

Podłoże podbudowy z kruszywa łamanego stabilizowanego mechanicznie stanowi warstwa wzmacniająca z gruntu stabilizowanego cementem według ST D-04.05.01.

Układanie podbudowy z kruszywa łamanego można rozpocząć po 3÷7 dniach pielęgnacji ulepszonego podłoża, w zależności od otrzymanych wyników wytrzymałości na ściskanie, tj. gdy osiągnię 60% przewidywanej wytrzymałości. Przed rozpoczęciem układania podbudowy z kruszywa nie ma potrzeby specjalnego usuwania powłoki pielęgnacyjnej (np. asfalt z emulsji asfaltowej) znajdującej się na warstwie ulepszonym podłożu.

Warstwa kruszywa stabilizowanego cementem powinna być oczyszczona z luźnego materiału, błota i kurzu przy użyciu szczotek mechanicznych, a w razie potrzeby wody pod ciśnieniem. W miejscach trudno dostępnych należy stosować szczotki ręczne.

5.2. Recepta robocza

Wykonawca na podstawie badań laboratoryjnych przygotowuje recepturę na wytwarzanie mieszanki kruszywa. Receptura obejmować będzie ustalenie zawartości poszczególnych składników w mieszance, pochodzenie kruszyw, uziarnienie mieszanki, maksymalną gęstość pozorną szkieletu oraz wilgotność optymalną. W projekcie recepty powinny być podane krzywe kalibracji objętościowych lub wagowych urządzeń dozujących kruszywo i wodę oraz bieżące ustawienia na wytwórni. W przypadku stosowania mieszanki o działaniu cyklicznym, należy podać także ilości materiału potrzebne na jeden zarób.

Cechy fizyko-mechaniczne kruszyw i mieszanki powinny być zgodne z wymaganiami podanymi według punktu 2.1. Sporządzona receptura musi uzyskać akceptację Inspektora Nadzoru.

W przypadku stosowania gotowej mieszanki powinna ona spełniać wymagania podane w tabl 1 i 2.

5.3. Warunki wykonania warstwy

5.3.1. Warunki atmosferyczne

Wbudowanie mieszanki powinno odbywać się gdy podłoże jest wolne od stojącej wody lub lodu. Minimalna temperatura powietrza powinna być wyższa od 0°C. Zabrania się układania mieszanki w czasie opadów atmosferycznych.

5.3.2. Przygotowanie geodezyjne

Dla uzyskania zgodnej z projektem niwelety, spadków poprzecznych i lokalizacji w planie, układanie warstwy powinno się odbywać w odniesieniu do systemów laserowych lub systemu linek prowadzących biegnących po obu stronach osi podłużnej warstwy (i być może w osi) ze szpilekami wysokościowymi rozbitymi co najmniej co 15 m.

5.3.3. Wytwarzanie mieszanki kruszyw

Mieszanka kruszywa łamanego może pochodzić jedynie z wytwórni zatwierdzonej przez Inspektora Nadzoru. Parametry pracy wytwórni (nastawienia urządzeń dozujących, czasy mieszania) muszą być zgodne z receptą roboczą. Ilość wody należy ustalić laboratoryjnie w zależności od wilgotności poszczególnych składników mieszanki. Dodatek wody należy regulować w zależności od zmiany warunków meteorologicznych. Mieszanka z nadmierną zawartością wody lub o niewłaściwym składzie powinna być natychmiast usunięta z wytwórni. Dopuszcza się produkcję mieszanki na odkład – składowanie w pryzmach do dwóch tygodni – do późniejszego wbudowania, pod warunkiem zabezpieczenia pryzmy przed wpływami warunków atmosferycznych.

5.3.4. Układanie mieszanki

Układanie mieszanki kruszyw powinno odbywać się na pełną grubość 20 cm po zagęszczeniu. Nie dopuszcza się układania kruszywa łamanego w 2 warstwach. Operacja układania powinna odbywać się w sposób ciągły, bez postojów układarki.

Mieszanka kruszyw powinna być układana układarką lub skrzynią najlepiej na pełną szerokość warstwy. Ze względu na dużą szerokość modernizowanej drogi dwie układarki mogą pracować jedna za drugą. W takim przypadku szczególnej staranności wymaga prawidłowe zagęszczenie i nadanie jednakowego wyglądu mieszance w obrębie roboczego połączenia (szwu) podłużnego. Wyjątkowo, w miejscach trudnodostępnych, dopuszcza się możliwość ręcznego układania mieszanki lub układania z użyciem równiarki.

W czasie profilowania należy wyrównać wszystkie lokalne nierówności. Kruszywo w miejscach, w których widoczna jest jego segregacja powinno być przed zagęszczaniem zastąpione materiałem o odpowiednich właściwościach.

5.3.5. Zagęszczenie mieszanki mineralnej

Natychmiast po sprawdzeniu, że ułożona warstwa nie wykazuje usterek, należy przystąpić do jej zagęszczania. Zagęszczanie powinno odbywać się zgodnie z zatwierdzonym schematem wałowania oraz praktycznymi zasadami jak:

- walce powinny dochodzić jak najbliżej układarki,
- pierwsze przejścia walców wibracyjnych powinno być statyczne. Wynika to z faktu, że tak gruba warstwa mieszanki podbudowy jest w niewielkim stopniu zagęszczona przez deskę układarki.
- zagęszczanie należy rozpoczynać od połączeń (szwów) i od niższej krawędzi,
- manewry zmiany ruchu walców powinny się odbywać na zagęszczonej warstwie,

Nie zezwala się na pozostawienie nie zagęszczonej warstwy do następnego dnia.

Sprzęt i metoda zagęszczania powinny zapewnić jednorodne i wymagane zagęszczenie warstwy w całym jej przekroju. Podbudowę z kruszywa łamanego stabilizowanego mechanicznie należy zagęścić do wskaźnika zagęszczenia 1,00 zgodnie z normalną próbą Proctora (metoda II).

Na poboczu warstwę z kruszywa łamanego stabilizowanego mechanicznie należy zagęścić do wskaźnika zagęszczenia 0,97 zgodnie z normalną próbą Proctora (metoda II)

Jakiegokolwiek nierówności lub zagłębienia powstałe w czasie zagęszczania powinny być wyrównane przez spulchnienie warstwy kruszywa na powierzchni co najmniej 1 m², na głębokość co najmniej 10 cm i dodanie lub usunięcie materiału aż do otrzymania równej powierzchni.

5.3.6. Połączenia (szwy, spoiny) robocze

Zagęszczenie i połączenie mieszanki w rejonie szwu powinno spełniać wymagania jak dla pozostałej powierzchni.

5.4. Odcinek próbny

Rozpoczęcie wykonania warstwy podbudowy z kruszywa łamanego jest możliwe po zatwierdzeniu przez Inspektora Nadzoru wyników odcinka próbnego.

Z wyprzedzeniem co najmniej 3 dni przed rozpoczęciem zasadniczych robót, Wykonawca wykonana odcinek próbny o minimalnej powierzchni około 400 m² i minimalnej długości 100 m. Odcinek doświadczalny może być zlokalizowany na budowie lub w miejscu wskazanym przez Wykonawcę i zaakceptowanym przez Inspektora Nadzoru. Odcinek próbny zaakceptowany przez Inspektora Nadzoru wykonany na budowie jest płatny zgodnie z ceną jednostkową.

Zgłoszenie gotowości do wykonania odcinka próbnego powinno zawierać w załączeniu opis metody wykonania. W metodzie wykonania należy podać zatwierdzoną receptę na mieszankę kruszywa łamanego. Wykonawca podaje technologię prowadzenia robót od przygotowania podłoża pod względem czystości, geodezyjnym i formalno-prawnym przez organizację pracy wytwórni i transportu mieszanki kruszyw, po skład zespołu układającego na drodze i schemat pracy walców. Opis metody wykonania zawiera dane techniczne o sprzęcie, sposób organizacji pracy oraz informacje o składzie osobowym i kwalifikacjach zatrudnionego personelu. Zatwierdzenie odcinka próbnego jest możliwe po wykonaniu badań i pomiarów stwierdzających zgodność cech wyprodukowanej mieszanki mineralnej oraz wykonanej warstwy z wymaganiami podanymi w tablicach 1 i 2. Sprawdzeniu podlegają również cechy ułożonej warstwy – zgodnie z punktem 6. Zatwierdzenie odcinka próbnego oznacza, że Wykonawca może przystąpić do wykonywania warstwy podbudowy. Jakikolwiek późniejsze zmiany w trakcie produkcji dotyczące recepty roboczej lub metody wykonania muszą być zaakceptowane na piśmie przez Inspektora Nadzoru.

6. KONTROLA JAKOŚCI ROBÓT

Ogólne wymagania dotyczące kontroli jakości robót podano w ST DM-00.00.00 „Wymagania ogólne” punkt 6.

6.1. Badania przed przystąpieniem do robót

Przed przystąpieniem do robót Wykonawca powinien wykonać badania kruszyw przeznaczonych do wykonania robót i przedstawić ich wyniki Inspektorowi Nadzoru, według zasad określonych w OST D-04.04.00 „Podbudowy z kruszyw. Wymagania ogólne” punkt 6.2, w celu akceptacji materiałów. Badania te powinny obejmować wszystkie właściwości określone w punkcie 2 niniejszej ST.

Badania te należy powtórzyć po każdej zmianie kruszywa, w przypadkach, gdy wątpliwa jest jakość dostarczonego materiału oraz na wniosek Inspektora Nadzoru. Dla każdej dostawy kruszyw należy wykonać badanie składu granulometrycznego.

6.2. Badania w czasie robót

Częstotliwość badań prowadzonych w czasie robót powinna być zgodna z podaną w tablicy 3.

Tablica 3. Minimalna częstotliwość badań w czasie wykonywania podbudowy

| Lp. | Wyszczególnienie badań | Minimalna liczba badań na dziennej działce roboczej | Maksymalna powierzchnia podbudowy przypadająca na jedno badanie |
|-----|--------------------------------------|---|---|
| 1 | Uziarnienie kruszywa | 2 | 600 m ² |
| 2 | Wilgotność kruszywa | | |
| 3 | Zagęszczenie warstwy | | |
| 4 | Zawartość zanieczyszczeń obcych | | |
| 5 | Grubość warstwy | 3 | 400 m ² |
| 6 | Właściwości kruszyw według tablicy 2 | - | 12 000 m ² i przy każdej zmianie kruszywa |
| 7 | Zawartość ziarn łamanych | 1 | - |

Uziarnienie kruszywa powinno być zgodne z projektem mieszanki z tolerancją:

- $\pm 2\%$ dla frakcji przechodzących przez sito #0,075 mm,
- $\pm 4\%$ dla frakcji od 0,075 do 2 mm,
- $\pm 6\%$ dla frakcji powyżej 2 mm.

Wilgotność kruszywa podczas badania nośności powinna być równa wilgotności optymalnej z tolerancją -2% , $+1\%$.

Zagęszczenie podbudowy należy sprawdzać co 600 m² wykonanej warstwy i nie rzadziej niż w 2 punktach na każdej dziennej działce roboczej. Mogą być stosowane następujące metody:

- wolunometru,
- metodę izotopową,
- metodą obciążeń płytowych.

Co dziesiątemu pomiarowi metodą izotopową, dla celów kalibracji, powinno towarzyszyć porównawcze badanie metodą piasku kalibrowanego, wolunometru wodnego lub obciążeń płytowych.

Zagęszczenie podbudowy należy sprawdzać także metodą obciążeń płytowych stosując płytę o średnicy 300 mm. Należy wykonać 1 badanie na 3000 m². Wskaźnik odkształcenia I_0 powinien być nie większy niż 2,2.

Grubość warstwy należy mierzyć poprzez odkopanie podbudowy na całą jej grubość (najlepiej w miejscu badania wskaźnika zagęszczenia) lub poprzez pomiary geodezyjne. Grubość warstwy nie może różnić się od grubości projektowanej o więcej niż ± 2 cm.

6.3. Badania i pomiary wykonanej podbudowy

Częstotliwość i zakres wykonanej podbudowy powinna być zgodna z tablicą 4.

Tablica 4. Częstotliwość badań wykonanej podbudowy

| lp. | Wyszczególnienie badań i pomiarów | Minimalna częstotliwość badań i pomiarów | Dopuszczalne tolerancje |
|-----|-----------------------------------|--|-------------------------|
| 1 | Szerokość podbudowy | co 100 m | +10 cm, -5 cm |
| 2 | Równość poprzeczna | | 10 mm |
| 3 | Spadki poprzeczne | | $\pm 0,5\%$ |
| 4 | Równość podłużna | w sposób ciągły planografem lub co 20 m łątą | 10 mm |
| 5 | Rzędne wysokościowe | co 100 m | +0 cm, -2 cm |
| 6 | Ukształtowanie osi w planie | | ± 5 cm |

Nośność podbudowy należy badać poprzez określenie ugięcia sprężystego pod kołem lub przy pomocy badania modułu odkształcenia. Częstotliwość badań oraz wymagania podano w tab 5.

Tablica 5. Wymagania dotyczące nośności podbudowy

| lp. | Wyszczególnienie badań i pomiarów | Minimalna częstotliwość badań i pomiarów | Wymaganie |
|-----|--|--|-------------------|
| 1 | Minimalne ugięcie pod kołem o obciążeniu 50 kN | Nie rzadziej niż co 50 m | mniej niż 1,20 mm |

| | | | |
|---|--|---------------------------|------------------------------------|
| 2 | Moduł odkształcenia: <ul style="list-style-type: none"> • pierwotny • wtórny | Nie rzadziej niż co 500 m | minimum 100 MPa minimum 180 MPa |
|---|--|---------------------------|------------------------------------|

6.4. Badania i pomiary pobocza

Pod względem geometrycznym pobocze powinno spełniać wymagania jak w tablicy 4. Zagęszczenie powinno być nie mniejsze niż 0,97 wg normalnej metody Proctora.

6.5. Zasady postępowania z wadliwie wykonanymi odcinkami podbudowy

Zasady postępowania z wadliwie wykonanymi odcinkami podbudowy powinny być zgodna z OST D-04.04.00 „Podbudowy z kruszyw. Wymagania ogólne” punkt 6.5.

Odcinki nie spełniające wymagań punktu 6, Wykonawca naprawi na swój koszt według metody i w terminie zaakceptowanym przez Inspektora Nadzoru.

7. OBMIAR ROBÓT

Ogólne wymagania dotyczące obmiaru robót podano w ST DM-00.00.00 „Wymagania ogólne” punkt 7.

Jednostką obmiaru jest 1 m² (metr kwadratowy) warstwy podbudowy z kruszywa łamanego stabilizowanego mechanicznie lub umocnionego pobocza..

8. ODBIÓR WARSTWY

Ogólne wymagania dotyczące odbioru robót podano w ST D-00.00.00 „Wymagania ogólne” punkt 8.

Roboty uznaje się za zgodne z Dokumentacją Projektową, ST i wymaganiami Inspektora Nadzoru, jeżeli wszystkie pomiary i badania z zachowaniem tolerancji podanych w punkcie 6 dały pozytywne wyniki.

9. PODSTAWA PŁATNOŚCI

Ogólne wymagania dotyczące podstawy płatności podano w ST DM-00.00.00 „Wymagania ogólne” punkt 9.

Płaci się za 1 m² wykonanej jednowarstwowo i odebranej warstwy podbudowy z kruszywa łamanego stabilizowanego mechanicznie lub za 1 m² wykonanego jednowarstwowo i odebranego pobocza z kruszywa łamanego stabilizowanego mechanicznie o barwie czerwonej lub zbliżonej do czerwonej.

Cena jednostkowa dla wykonanej podbudowy obejmuje:

- prace pomiarowe,
- sprawdzenie podłoża,
- przeprowadzenie badań materiałów i opracowanie recepty składu mieszanki,

- zakup dostarczenie materiałów i przygotowanie mieszanki zgodnie z receptą lub zakup i dostarczenie gotowej mieszanki na budowę,
- rozłożenie i zagęszczenie mieszanki,
- przeprowadzenie pomiarów i badań laboratoryjnych określonych w ST,
- utrzymanie podbudowy w czasie robót,
- inne niezbędne czynności związane bezpośrednio z wykonaniem podbudowy z kruszywa łamanego stabilizowanego mechanicznie..

10. PRZEPISY ZWIĄZANE

- ~~1. PN-B/11112 Kruszywo mineralne. Kruszywa łamane do nawierzehni drogowych.~~
- ~~2. PN-S-06102:1997 Drogi samochodowe. Podbudowa z kruszywa stabilizowanego mechanicznie.~~
- ~~3. PN-../B-06714/ 00:48 Kruszywa mineralne. Badania~~
- ~~4. PN-88/B-04481 Grunty budowlane. Badania próbek gruntu.~~

D-04.05.01 PODBUDOWA Z KRUSZYWA STABILIZOWANEGO CEMENTEM

1. WSTĘP

1.1 Nazwa zadania

Budowy dróg dojazdowych do rozbudowywanego budynku Wydziału Oceanotechniki i Okrętownictwa Politechniki Gdańskiej z przeznaczeniem na obiekt basenu modelowego i pomieszczenia dydaktyczne.

1.2. Przedmiot ST

Przedmiotem niniejszej Specyfikacji Technicznej (ST) są wymagania dotyczące wykonania i odbioru robót związanych z wykonaniem warstwy z kruszywa stabilizowanego cementem o $R_m=2,5$ MPa i $R_m = 1,5$ MPa.

1.3. Zakres robót objętych ST

Specyfikacje techniczne (ST) stanowią podstawę do wykonaniem warstwy z kruszywa stabilizowanego cementem o $R_m=2,5$ MPa i $R_m = 1,5$ MPa.

1.4. Informacje ogólne o terenie budowy

Informacje ogólne zawarto w DM-00.00.00.

1.5. Nazwy i kody

| | | |
|------------------|------------|--|
| Grupa robót: | 45200000-9 | Roboty budowlane w zakresie wznoszenia kompletnych obiektów budowlanych lub ich części oraz robót w zakresie inżynierii lądowej i wodnej. |
| Klasa robót: | 45230000-8 | Roboty budowlane w zakresie budowy rurociągów, linii komunikacyjnych i elektroenergetycznych, autostrad, dróg, lotnisk i kolei, wyrównania terenu. |
| Kategoria robót: | 45233000-9 | Roboty w zakresie konstruowania, fundamentowania oraz wykonywania nawierzchni autostrad, dróg. |

1.6 Określenia podstawowe

Określenia podstawowe są zgodne z obowiązującymi, odpowiednimi polskimi normami oraz z definicjami podanymi w Szczegółowej Specyfikacji Technicznej (ST) DM-00.00.00 „Wymagania ogólne” punkt 1.4.

2. MATERIAŁY

Ogólne wymagania dotyczące materiałów, ich pozyskiwania i składowania podano w ST DM-00.00.00 „Wymagania ogólne” punkt 2.

Do wykonaniem warstwy wzmocniającej z kruszywa stabilizowanego cementem można stosować:

- cement,
- kruszywo,
- materiał pochodzący z kruszenia płyt betonowych i innych elementów betonowych,
- woda,
- dodatki ulepszające,
- środki pielęgnujące,

~~zgodne z PN-S-96012:1997 „Drogi samochodowe. Podbudowa i ulepszone podłoże z gruntu stabilizowanego cementem”~~

Cement

Należy stosować cement marki co najmniej 32,5 spełniający wymagania ~~PN-B-19701:1997~~

Kruszywo

Do stabilizacji cementem można stosować piaski, mieszanki i żwiry albo mieszanek tych kruszyw, spełniające wymagania podane w tablicy 1.

Kruszywo można uznać za przydatne do stabilizacji cementem wtedy, gdy wyniki badań laboratoryjnych wykażą, że wytrzymałość na ściskanie i mrozoodporność próbek kruszywa stabilizowanego będą zgodne z wymaganiami dla odpowiedniej klasy stabilizacji.

Tablica 1. Wymagania dla kruszyw przeznaczonych do stabilizacji cementem

| Lp. | Właściwości | Wymagania | Badania według |
|-----|---|-----------|----------------|
| 1 | Uziarnienie a) ziarn pozostających na sicie # 2 mm, %, nie mniej niż: b) ziarn przechodzących przez sito 0,075 mm, %, nie więcej niż: | 30 15 | PN-B-06714-15 |
| 2 | Zawartość części organicznych, barwa cieczy nad kruszywem nie ciemniejsza niż: | wzorcowa | PN-B-06714-26 |
| 3 | Zawartość zanieczyszczeń obcych, %, nie więcej niż: | 0,5 | PN-B-06714-12 |
| 4 | Zawartość siarczanów, w przeliczeniu na SO ₃ , %, poniżej: | 1 | PN-B-06714-28 |

Materiał pochodzący z kruszenia płyt betonowych i innych elementów z betonu cementowego

Do wykonania stabilizacji można stosować kruszywo pochodzące z kruszenia płyt betonowych oraz innych elementów betonowych. Wymagania dla kruszywa podano w tablicy 2.

Tablica 2. Wymagania dla materiału pochodzącego z kruszenia płyt betonowych i opaski

| Lp. | Właściwości | Wymagania | Badania według |
|-----|---|-----------|----------------|
| 1 | Uziarnienie a) ziarn przechodzących przez sicie #40 mm, %, b) ziarn przechodzących przez sito #0,075 mm, %, nie więcej niż: | 100 15 | PN-B-06714-15 |
| 2 | Zawartość części organicznych, barwa cieczy nad kruszywem nie ciemniejsza niż: | wzorcowa | PN-B-06714-26 |
| 3 | Zawartość zanieczyszczeń obcych, %, nie więcej niż: | 0,5 | PN-B-06714-12 |
| 4 | Zawartość siarczanów, w przeliczeniu na SO ₃ , %, poniżej: | 1 | PN-B-06714-28 |

Materiał można uznać za przydatny do stabilizacji cementem wtedy, gdy wyniki badań laboratoryjnych wykażą, że wytrzymałość na ściskanie i mrozoodporność próbek kruszywa stabilizowanego będą zgodne z wymaganiami dla odpowiedniej klasy stabilizacji.

Woda

Należy stosować wodę spełniającą wymagania ~~PN-B-32250:1988~~. Pitna woda może być stosowana do stabilizacji cementem bez ograniczeń.

Dodatki ulepszające

W przypadkach uzasadnionych, przy stabilizacji cementem, stosuje się następujące dodatki ulepszające:

- Wapno
- Popioły lotne
- Chlorek wapniowy.

Środki pielęgnujące

Należy stosować materiały powłokotwórcze lub folię z tworzyw sztucznych. Dopuszcza się warstwę piasku o grubości minimum 5 cm lub włókniny o grubości minimum 5 mm utrzymywanej w stanie wilgotnym.

3. SPRZĘT

Ogólne wymagania dotyczące sprzętu podano w ST DM-00.00.00 „Wymagania ogólne” punkt 3.

Wykonawca przystępujący do wykonania ulepszonego podłoża z kruszywa stabilizowanego cementem powinien wykazać się możliwością korzystania z następującego sprzętu:

- mieszarek stacjonarnych,
- układarek lub równiarek do rozkładania mieszanki,
- walców ogumionych, stalowych wibracyjnych lub statycznych do zagęszczania,
- zagęszczarek płytowych, ubijaków mechanicznych lub małych walców wibracyjnych do zagęszczania w miejscach trudnodostępnych.

4. TRANSPORT

Ogólne wymagania dotyczące transportu podano w ST DM-00.00.00 „Wymagania ogólne” pkt 4. Transport powinien się odbywać w sposób uniemożliwiający zanieczyszczenie transportowanej mieszanki kruszywa stabilizowanego cementem oraz dróg publicznych po których będzie odbywał się transport mieszanki. Mieszanka ma być przewożona samochodami samowyładowczymi. Samochody z wyciekami oleju, niedopasowane do układarki mają być wycofane przez Wykonawcę.

5. WYKONANIE ROBÓT

Ogólne wymagania dotyczące wykonania robót podano w ST DM-00.00.00 „Wymagania ogólne” punkt 5.

5.1. Projektowanie kruszywa stabilizowanego cementem

Projektowanie kruszywa stabilizowanego cementem do wykonania warstwy podbudowy polega na:

- doborze składników mineralnych,
- doborze optymalnej ilości cementu,
- określeniu wilgotności optymalnej
- określeniu właściwości kruszywa stabilizowanego cementem i porównaniu wyników z założeniami projektowymi.

Dobór składników mineralnych polega na określeniu kruszywa użytego do stabilizacji. Kruszywo powinno spełniać wymagania punktu 2. Ilość cementu nie powinna przekraczać 8 % w stosunku do masy suchego kruszywa. Należy dobierać tak rodzaj kruszywa, aby uzyskać wymagane parametry mechaniczne przy minimalnej zawartości cementu. Próbkę do badań powinny mieć średnicę i wysokość równą 80 mm. Zawartość wody w mieszance powinna odpowiadać wilgotności optymalnej kruszywa stabilizowanego cementem określonej według normalnej próby Proctora według ~~PN-88/B-04481~~ metoda II, z tolerancją +10 %, -20 % jej wartości. Zaprojektowany skład mieszanki powinien zapewnić otrzymanie w czasie budowy właściwości kruszywa stabilizowanego cementem podanych w tablicy 3.

Tablica 3. Wymagania wobec kruszywa stabilizowanego cementem

| Lp. | Rodzaj stabilizacji | Wytrzymałość na ściskanie próbek nasyconych wodą (MPa) | | Wskaźnik mrozoodporności |
|-----|---------------------|--|---------------|--------------------------|
| | | po 7 dniach | po 28 dniach | |
| 1 | Rm = 1,5 MPa | - | od 0,5 do 5,5 | - |
| 2 | Rm = 2,5 MPa | od 1,0 do 1,6 | od 1,5 do 2,5 | 0,6* |

* - wymaganie dotyczy gruntów spoistych i wątpliwych.

Recepta powinna zawierać skład procentowy mieszanki kruszyw (ewentualnie wagowy, w kg). Cechy fizyko-mechaniczne mieszanki mają być zgodne z wymaganiami podanymi w tablicy 3. Recepta robocza powinna podawać źródła pochodzenia materiałów oraz wyniki ich badań, które powinny być zgodne z wymaganiami przedstawionymi w rozdziale 2.

5.2. Wytwarzanie kruszywa stabilizowanego cementem

Mieszanke kruszywa stabilizowanego cementem należy przygotowywać w mieszarce stacjonarnej zapewniającej prawidłowe dozowanie i wymieszanie składników. Składniki powinny być dozowane wagowo zgodnie z receptą. Dopuszcza się objętościowe wody. Tolerancje dozowania składników powinna wynosić jedną działkę elementarną wagi, względnie przepływomierza, lecz nie więcej niż $\pm 2\%$ w stosunku do masy kruszyw i $\pm 0,5\%$ dla cementu i wody. Czas mieszania nie powinien być krótszy od 1 minuty. Wilgotność mieszanki powinna odpowiadać wilgotności optymalnej z tolerancją $+10\%$, -20% jej wartości.

5.3. Przygotowanie podłoża

Układanie podbudowy z kruszywa stabilizowanego cementem powinno się odbywać na czystej warstwie odsączającej przygotowanej zgodnie z ST D-04.02.01 w przypadku drogi głównej, drogi wojewódzkiej i drogi powiatowej.

5.4. Warunki atmosferyczne prowadzenia robót

Minimalna temperatura powietrza powinna być wyższa od 0°C . Zabrania się układania mieszanki w czasie opadów deszczu.

5.5. Przygotowanie geodezyjne

Dla uzyskania zgodnej z projektem niwelety, spadków poprzecznych i lokalizacji w planie, układanie warstwy podbudowy z kruszywa stabilizowanego cementem powinno odbywać się w odniesieniu do systemów laserowych lub systemu linek prowadzących biegnących po obu stronach warstwy, ze szpilkami wysokościowymi rozmieszczonymi nie rzadziej niż co 10 m.

5.6. Wbudowywanie i zagęszczanie warstwy kruszywa stabilizowanego cementem

Przed przystąpieniem do robót Wykonawca podaje technologię prowadzenia robót od przygotowania podłoża pod względem czystości, przygotowania geodezyjnego, przez organizację pracy i skład zespołu układającego na drodze i schemat pracy walców. Opis metody wykonania powinien zawierać dane techniczne o sprzęcie, sposobie organizacji pracy oraz informacje o składzie osobowym i kwalifikacjach zatrudnionego personelu.

Kruszywo stabilizowane cementem powinna być wbudowywane układarką wyposażoną w układ z automatycznym sterowaniem grubości warstwy i utrzymaniem niwelety zgodnie z dokumentacją projektową w sposób ciągły. Grubość układanej warstwy ma być tak dobrana aby po zagęszczeniu miała projektowaną grubość. W miejscach trudno dostępnych dopuszcza się ręczne układanie warstwy z kruszywa stabilizowanego cementem

Po sprawdzeniu, że ułożona warstwa nie wykazuje usterek, należy przystąpić do jej zagęszczania. Zagęszczanie powinno odbywać się zgodnie z zatwierdzonym schematem wałowania. Zagęszczenie należy zakończyć nie później niż 2 godziny od momentu rozłożenia mieszanki kruszywa stabilizowanego cementem.

Sprzęt i metoda zagęszczenia powinny zapewnić jednorodne i wymagane zagęszczenie warstwy w całym jej przekroju.

Po osiągnięciu przez warstwę wytrzymałości 7-dniowej można przystąpić do układania kolejnych warstw technologicznych.

5.7. Spoiny robocze

Należy unikać podłużnych spoin roboczych, przez układanie warstwy na całej szerokości. Jeżeli jest to niemożliwe to przed wykonaniem kolejnego pasa krawędź wykonanej warstwy należy przyciąć pionowo i po zwilżeniu jej wodą należy wykonać kolejny pas.

5.8. Pielęgnacja warstwy z kruszywa stabilizowanego cementem

Pielęgnacja powinna być przeprowadzona według jednej z następujących metod:

- skropienie warstwy emulsją asfaltową w ilości od 0,5 do 1,0 kg/m²,
- skropienie specjalnymi preparatami powłokotwórczymi,
- utrzymywanie w stanie wilgotnym poprzez kilkakrotne skrapianie wodą w ciągu dnia, w czasie co najmniej 7 dni,
- przykrycie folią na okres 7 dni,
- przykrycie warstwą piasku lub grubej włókniny i utrzymywanie jej w stanie wilgotnym, w czasie co najmniej 7 dni.

Wykorzystane materiały oraz sposób pielęgnacji powinien być zaakceptowany przez Inspektora Nadzoru.

Nie dopuszcza się żadnego ruchu pojazdów i maszyn po stabilizacji w okresie 7 dni po wykonaniu. Po tym czasie ewentualny ruch technologiczny może odbywać się wyłącznie za zgodą Inspektora Nadzoru.

6. KONTROLA JAKOŚCI ROBÓT

Ogólne wymagania dotyczące kontroli jakości robót podano w ST DM-00.00.00 „Wymagania ogólne” punkt 6.

6.1. Badania przed przystąpieniem do robót

Przed przystąpieniem do robót Wykonawca powinien wykonać badania spoiw i kruszyw przeznaczonych do wykonania robót i przedstawić wyniki tych badań Inspektorowi Nadzoru w celu akceptacji.

6.2. Badania w czasie robót

Zakres i częstotliwość badań ulepszanego podłoża z kruszywa stabilizowanego cementem podano w tablicy 4.

Tablica 4. Zakres i częstotliwość badań w czasie wbudowywania kruszywa stabilizowanego cementem

| Lp. | Badanie | Częstotliwość badań | |
|-----|-----------------------|--|---|
| | | Minimalna ilość badań na dziennej działce roboczej | Maksymalna powierzchnia ulepszanego podłoża przypadająca na jedno badanie |
| 1 | Uziarnienie mieszanki | 2 | 600 m ² |
| 2 | Wilgotność mieszanki | | |
| 3 | Zagęszczenie warstwy | | |

| | | | |
|---|--|---|--------------------|
| 4 | Wytrzymałość na ściskanie po 7 i 28 dniach | 6 próbek | 400 m ² |
| 5 | Badanie cementu | przy projektowaniu składu mieszanki i przy każdej zmianie | |
| 6 | Badanie wody | dla każdego wątpliwego źródła | |
| 7 | Badanie właściwości kruszywa | w przypadkach wątpliwych i na zlecenie Inspektora Nadzoru | |

Uziarnienie podbudowy z kruszywa stabilizowanego cementem należy badać wykonując przesiew według ~~PN-88/B-04481~~.

Wilgotność mieszanki powinna odpowiadać wilgotności optymalnej z tolerancją +10 %, -20 % jej wartości.

Mieszanka powinna być zagęszczona do osiągnięcia wskaźnika zagęszczenia nie mniejszego od 1,00 według normalnej próby Proctora. Zagęszczenie należy badać bezpośrednio po zagęszczeniu warstwy.

Grubość warstwy należy mierzyć bezpośrednio po jej zagęszczeniu. W odległości co najmniej 0,5 m. od krawędzi warstwy. Grubość warstwy nie może się różnić od projektowanej o więcej niż ± 1 cm.

Wytrzymałość na ściskanie określa się na próbkach walcowych o średnicy i wysokości 80 mm. Próbkę do badań należy pobrać w losowo wybranych punktach przed zagęszczeniem ulepszanego podłoża. Próbkę w ilości 6 sztuk należy uformować i przechowywać ~~zgodnie z PN-S-96012 "Drogi samochodowe. Podbudowa i ulepszone podłoże z gruntu stabilizowanego cementem"~~.

Wyniki badań cementu wody i kruszywa powinny spełniać wymagania podane w punkcie 2.

6.3. Badania i pomiary wykonanej warstwy

Częstotliwość, zakres badań i pomiarów oraz dopuszczalne tolerancje podbudowy z kruszywa stabilizowanego cementem podano w tablicy 5.

Tablica 5. Częstotliwość i zakres badań i pomiarów oraz tolerancje podbudowy z kruszywa stabilizowanego cementem

| Lp. | Badana cecha | Minimalna częstotliwość badań i pomiarów | Dopuszczalne tolerancje |
|-----|-------------------------------|---|-------------------------|
| 1. | Szerokość warstwy | 10 razy na odcinku długości 1 km | +10/-5 cm |
| 2. | Równość warstwy | 10 razy na odcinku długości 1 km | < 15 mm |
| 3. | Spadki poprzeczne warstwy | 10 razy na odcinku długości 1 km | $\pm 0,5$ % |
| 4. | Rzędne wysokościowe warstwy | Co 10 m. w osi i po na obu krawędziach jezdni | -20/+10 mm |
| 5. | Ukształtowanie osi w planie | W charakterystycznych punktach | ± 5 cm |
| 6. | Krawędź i obramowanie warstwy | Cała długość | |
| 7. | Wygląd warstwy | Cała długość | |
| 8. | Grubość warstwy | | +10 %, - 15% |

Nierówności warstwy ulepszanego podłoża pod łątą 4-metrową nie powinny przekraczać 15 mm.

6.4. Postępowanie z odcinkami wadliwymi

Odcinki nie spełniające wymagań rozdziału 6 Kontrola Jakości Robót, Wykonawca naprawi na swój koszt według metody i w terminie zaakceptowanym przez Inspektora Nadzoru.

7. OBMIAR ROBÓT

Ogólne wymagania dotyczące obmiaru robót podano w ST DM-00.00.00 „Wymagania ogólne” punkt 7.

Jednostką obmiarową jest 1 m² (metr kwadratowy) ulepszanego podłoża z kruszywa stabilizowanego cementem o grubości zgodnej z Dokumentacją Techniczną.

8. ODBIÓR ROBÓT

Ogólne wymagania dotyczące odbioru robót podano w ST DM-00.00.00 „Wymagania ogólne” punkt 8.

Wykonane odcinki warstwy kruszywa stabilizowanego cementem są zatwierdzane przez Inspektora Nadzoru na podstawie oceny wizualnej, wyników badań laboratoryjnych, pomiarów geodezyjnych i ewentualnie innych szczegółowych poleceń Inspektora Nadzoru.

9. PODSTAWA PŁATNOŚCI

Ogólne wymagania dotyczące podstawy płatności podano w ST DM-00.00.00 „Wymagania ogólne” punkt 9.

Cena 1 m² o grubości zgodnej z dokumentacją projektową, warstwy z kruszywa stabilizowanego cementem obejmuje:

- prace pomiarowe i przygotowawcze,
- oznakowanie robót,
- zakup i dostawę materiałów wyjściowych,
- opracowanie recepty,
- przygotowanie podłoża,
- transport materiałów wyjściowych do układarki,
- rozłożenie i zagęszczenie warstwy,
- pielęgnacja warstwy,
- przeprowadzenie pomiarów i badań laboratoryjnych oraz geodezyjnych,
- inne czynności bezpośrednio związane z wykonaniem warstwy stabilizacji.

~~10. PRZEPISY ZWIĄZANE~~

- ~~1. PN-S-96012:1997 Drogi samochodowe. Podbudowa i ulepszone podłoże z gruntu stabilizowanego cementem.~~
- ~~2. PN-B-04481:1988 Grunty budowlane. Badania próbek gruntu.~~
- ~~3. PN-B-06714-28: Kruszywa mineralne. Oznaczenie zawartości siarki metodą bromową.~~
- ~~4. PN-B-19701:1997 Cement. Cement powszechnego użytku. Skład, wymagania i ocena zgodności.~~
- ~~5. PN-B-32250 Materiały budowlane. Woda do betonów i zapraw.~~
- ~~6. BN-68/8931-04 Drogi samochodowe. Pomiar równości nawierzchni planografem i łata.~~